


Медицинские технологии

Журнал для лидеров в медицинской индустрии

Сентябрь 2014

SIEMENS

A young child with short blonde hair is smiling broadly, holding a white knitted toy sheep up in the air with both hands. The child is wearing a light-colored t-shirt with a cartoon graphic. The background is a blurred indoor setting, possibly a bedroom, with a bed and a yellow cabinet visible.

Здравоохранение будущего

Решения для медицины, меняющие качество жизни

SIEMENS



www.siemens.com/mi, www.siemens.ru/healthcare

Точные и воспроизводимые результаты. Без всяких сомнений

Система Biograph mCT: инновационный подход к количественному анализу.

Компания «Сименс» создала средства воспроизводимого количественного анализа для молекулярной визуализации, которые позволят усовершенствовать диагностику и терапию самых сложных заболеваний.

Обнаружение, характеристика и мониторинг мельчайших новообразований с воспроизводимыми результатами количественного анализа — это путь к сокращению расходов на лечение онкологических заболеваний. Теперь появилась возможность количественно оценивать абсолютный кровоток в миокарде, чтобы

принимать более точные решения о терапии с минимальным риском для пациентов.

Предлагаемый количественный анализ в молекулярной визуализации обеспечивает точные и воспроизводимые результаты. Результаты, на базе которых можно принимать уверенные решения. Подтверждения для более обоснованных диагнозов и более точного планирования терапии. Исследование за исследованием. Скан за сканом. Без всяких сомнений.

Answers for life*.

*Ответы для жизни.

Уважаемые клиенты,

представляем вашему вниманию очередной выпуск корпоративного журнала «Медицинские Технологии», который содержит последние новости компании «Сименс», интересные клинические случаи в разных областях медицины, статьи, рассказывающие о применении современного диагностического оборудования и технологических решений для обслуживания пациентов: средств для профилактики, своевременного обнаружения, диагностики, лечения и дальнейшего ухода.

В настоящем выпуске мы постарались собрать самые актуальные и заслуживающие внимание темы, что позволит быть наиболее осведомленными о последних разработках и предлагаемых решениях на рынке медицинского оборудования.

Необходимо отметить плодотворную работу центра компетенций сектора здравоохранения ООО «Сименс», где специалисты из разных областей могут приобрести ценный опыт

использования нашего диагностического оборудования. Об успехах центра предлагаем прочесть на страницах данного выпуска.

Развитие медицинского рынка в регионах как результат программы модернизации является одной из наиболее актуальных тем на сегодняшний день, и компания «Сименс» принимает в ней активное участие.

Помимо открытия компанией «Сименс Финанс» представительства в Казани, существенно облегчающее работу в данном регионе по приобретению оборудования в лизинг, нельзя не упомянуть об открытии в 2011 году специализированного сердечно-сосудистого центра в Челябинске, где успешная работа специалистов на оборудовании Сименс помогает спасти все больше жизней. Об успешном опыте работы также можно прочесть в данном выпуске журнала.

Искренне надеемся, что информация окажется полезной и интересной!

С уважением,
Евгений Городный

Директор Сектора Здравоохранения
ООО «Сименс»



Содержание



10
Сердечные дела
в Уральских горах

- 6 Компания «Сименс Финанс» открыла представительство в Казани
- 7 Центр компетенций Сектора Здравоохранения
- 9 «Сименс» зарегистрировал в России компьютерный томограф SOMATOM Perspective
- 10 Сердечные дела в Уральских горах
- 16 Контролируемое наложение при параллельной визуализации позволяет увеличить ускорение (принцип CAIPIRINHA)
- 24 *syngo* WARP — методы подавления артефактов от металла в магнитно-резонансной томографии
- 26 Диффузионно-взвешенная визуализация головного и спинного мозга с помощью последовательности *syngo* RESOLVE
- 34 Опыт применения системы MAGNETOM Verio 3 Тл при исследованиях позвоночника: достоинства трехмерных импульсных последовательностей и подавление артефактов от металла с помощью *syngo* WARP WIP-package
- 38 Динамическое наблюдение после АКШ путем КТА коронарных сосудов с использованием метода iTRIM
- 40 Диагностика двойной внутричерепной аневризмы с использованием нового томографа SOMATOM Perspective



34

Опыт применения системы
MAGNETOM Verio 3 Тл



91

Больше информации, больше исследований

- 42 КТ-перфузия всего головного мозга на всем протяжении позволяет выявить острую недостаточность мозгового кровообращения
- 44 Диагностика подострой тромбоэмболии легочной артерии с использованием режима Flash, режима реконструкции SAFIRE и напряжения трубки 100 кВ
- 46 Глубокое погружение в управление ритмом
- 50 Пристальное наблюдение за неуловимыми стентами
- 54 «Медицину нужно переосмыслить».
- 61 Замена клапанов сердца — значительные перемены благодаря использованию гибридных операционных
- 64 Уникальное решение для ОФЭКТ: технология IQ•SPECT ускоряет исследование сердца
- 67 Невероятные достижения
- 73 Специальное программное обеспечение для ультразвукового исследования молочных желез
- 75 Добровольческая миссия на Гаити
- 81 Трехмерная революция в эхокардиографии
- 85 Максимальная гибкость
- 89 Факторы для автоматизации работы лабораторий
- 89 Новый подход к количественной оценке при ПЭТ
- 91 Больше информации, больше исследований

Компания «Сименс Финанс» открыла представительство в Казани

Лизинговая компания активно развивает бизнес в регионе

«Сименс Финанс» продолжает развитие сети представительств. Сотрудничество с предпринимателями Казани началось еще в 2011 году — реализацию этих сделок осуществлял ближайший на тот момент времени офис «Сименс Финанс» в Самаре. Развитые бизнес-процессы компании позволяли оказывать высокий уровень сервиса клиентам, несмотря на географическую удаленность. Вместе с тем, стратегия развития «Сименс Финанс» нацелена на то, чтобы быть ближе к клиенту в буквальном смысле, лучше понимать его потребности, максимально оперативно решая задачи бизнеса. Именно поэтому новым этапом деятельности компании в Приволжском федеральном округе стало открытие подразделения в Казани.

«Казань традиционно входит в число городов-миллионников с благоприятным климатом для малого и среднего бизнеса. При этом уровень потребности предприятий региона в финансировании также высок. — комментирует **Валентина Полякова, заместитель генерального директора «Сименс Финанс» по продажам и развитию.** — Мы уверены, что решения «Сименс Финанс» будут активно способствовать дальнейшему развитию предприни-

мательства за счет предоставления выгодных условий, основанных на опыте и четком понимании потребностей клиентов из различных сфер деятельности».

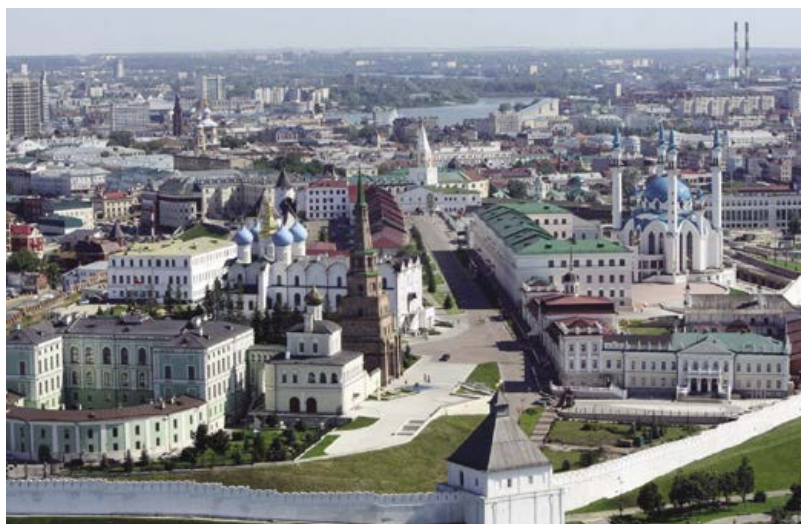
Открытие представительства «Сименс Финанс» совпало с подписанием соглашения о развитии и укреплении стратегического партнерства Республики Татарстан и концерна «Сименс». Стороны договорились о развитии сотрудничества в различных областях (энергетика, энергоэффективность и энергосбережение, промышленность, экология, строительство, жилищно-коммунальное хозяйство, безопасность зданий и сооружений, здравоохранение, финансирование). «Сименс» обеспечит предприятиям и организациям Татарстана техническую и консультационную поддержку, что позволит оптимизировать проекты еще на стадиях изучения и формирования потребностей.

Менеджмент «Сименс Финанс» отмечает хороший потенциал для развития лизинга оборудования, произведенного «Сименс» и оборудования с комплектующими «Сименс». В регионе сосредоточены промышленные предприятия, которые

используют в производстве решения «Сименс» или являются партнерами концерна. Высочайшее качество продукции «Сименс» в сочетании с выгодным финансированием призваны повысить эффективность работы текущих и будущих партнеров компании.

Используя опыт работы в регионе, представительство «Сименс Финанс» в Казани будет обеспечивать оперативное финансирование малого и среднего бизнеса не только Татарстана, а также Республики Марий Эл, Кировской и Нижегородской областей. Текущий портфель сделок в регионе превышает 300 млн рублей. «Сименс Финанс» планирует увеличить эту цифру минимум вдвое в течение года. В компании уверены, что для этого есть все предпосылки.

Консультации и подробную информацию об услугах «Сименс Финанс» клиенты могут получить по телефону (843) 526 55-33 или непосредственно в офисе компании (ул. Спартаковская, д. 6, ТОЦ «Сувар Плаза», 10й этаж, офис 1012. Для иногородних компаний работает бесплатная междугородняя справочная 8-800-2000-180.



Центр компетенций Сектора Здравоохранения



Сегодня, в условиях постоянного совершенствования медицинских технологий, резко возросла потребность в дополнительном образовании и повышении квалификации врачей-диагностов. Совместно с ведущими специалистами в отрасли Центр Компетенций Сектора Здравоохранения предлагает широкий выбор программ и тематических семинаров по различным методам визуализации в основных клинических направлениях.

Постоянное совершенствование клинических диагностических навыков и расширение диапазона используемых методик — это ваш ключ к успеху. Тематические семинары, которые мы предлагаем совместно с ведущими специалистами в отрасли, охватывают широкий спектр клинических направлений. Кардиология, неврология, онкология, урология, травматология и ортопедия, ангиология, педиатрия, женское здоровье, акушерство и гинекология и другие.

Центр Компетенций начал работу в сентябре 2012 года.

Официальная церемония открытия состоялась 9 октября 2012 года при участии экспертов и первых лиц в области медицинской визуализации:

- проф., д.м.н. Тюрин Игорь Евгеньевич — главный внештатный специалист МЗ РФ по лучевой диагностике, президент российского общества торакальных радиологов, заведующий кафедрой «Лучевая диагностика, лучевая терапия и медицинская физика» РМАПО;
- проф., д.м.н. Синицын Валентин Евгеньевич — президент Европейского общества кардиорадиологов, Президент Европейского Конгресса Радиологов 2014 г., руководитель Центра лучевой диагностики Лечебно-реабилитационного центра МЗ РФ;
- д.м.н. Сенча Александр Николаевич — руководитель Центра внедрения и развития высокотехнологичной ультразвуковой диагностики, заведующий отделением УЗД Дорожной Клинической Больницы в г. Ярославле.

Мы предлагаем курсы, которые ориентированы как на опытных специалистов, так и на начинающих врачей-диагностов. Программа каждого курса сочетает в себе традиционные теоретические занятия — лекции и практические занятия, в ходе которых каждый слушатель имеет возможность самостоятельно поработать с изображениями на рабочих станциях или провести исследование на ультразвуковом сканере, построить протокол и заключение совместно с опытным преподавателем. Слушатели, успешно прошедшие курс и финальное тестирование получают сертификат Сименс с автографом научного руководителя курса.

В течение первых трех месяцев работы Центра Компетенций было проведено 10 различных курсов с участием более 80 слушателей.

Отзывы слушателей

Курс: «Возможности КТ в пульмонологии», научный руководитель — СОКОЛИНА Ирина Александровна.

Слушатель: ЛЫГИН Дмитрий Павлович, зав. отделением КТ/МРТ ООО «МРТ плюс», г. Шахты

Администрация ООО «МРТ плюс»

выражает вам признательность и глубокую благодарность за предоставленную возможность обучить наших специалистов на базе Центра Компетенций ООО «Сименс». Формат обучения у вас выгодно отличается от других. Хотелось бы отметить несколько моментов. Во-первых, понравилась форма обучения — современная, нестандартная, оригинальная. Сочетание теории, глубоких, современных знаний с непосредственной практической работой. Дружеская обстановка, высокий профессионализм сотрудников, неформальное отношение к учебному процессу — все это очень здорово! На любой вопрос слушатель тут же может получить исчерпывающий ответ с самыми последними научными данными, со своими, очень интересными, а иногда и крайне редкими наблюдениями. Ваша работа очень помогает в обучении и становлении специалистов по таким сложным направлениям в лучевой диагностике, как КТ и МРТ. Хотелось бы и в будущем иметь такую прекрасную возможность обучения наших специалистов на вашей базе и пожелать вам дальнейших успехов, развития и процветания на благо нашего общего дела — процветания нашей любимой профессии — лучевой диагностики.

Курс: «КТ ангиография сердца и коронарных артерий», научный руководитель — СИНИЦЫН Валентин Евгеньевич. Слушатель — ИОНЕСЯН Олег Ашотович,

зав. отделением КТ/МРТ ФЦССХ, г. Калининград

Примите самые лучшие слова благодарности за организацию цикла «КТ ангиография сердца и коронарных артерий». Его содержание и практическое применение в ежедневной практике действительно очень востребовано. Лекции профессора Сеницына В. Е. продуманы до единого слова: это масса необходимой информации, как для начинающих врачей-рентгенологов, так и для врачей с определенным опытом работы в нашей специальности. У профессора Сеницына В. Е. очень сильные врачи — его команда — это очень чувствуется. И что очень важно для врача — они не только классные специалисты, но еще честные люди. Им отдельное спасибо за практическую часть цикла. Рогачевой Н. Б. слова благодарности за высочайшую компетенцию и владение материалом. Желаю вам успехов в работе, процветания и дальнейшего развития по всем направлениям.

Курс «КТ и МРТ в диагностике опухолей грудной полости», научный руководитель — ТЮРИН Игорь Евгеньевич.

Слушатели: БУРМАКОВ Михаил Александрович и ЖУРБЕНКО Михаил Иванович, отделение лучевой диагностики Лечебно-диагностического центра

«Больница семейной медицины», г. Горловка, Украина

В этом году мы посетили тематические курсы Центра Компетенций «КТ в пульмонологии», «Дифференциальная диагностика интерстициальных заболеваний легких» — научный руководитель СОКОЛИНА Ирина Александровна и «КТ и МРТ в диагностике опухолей грудной полости» — научный руководитель ТЮРИН Игорь Евгеньевич. Во-первых, необходимо отметить высокий уровень организации и построения модели обучения, за что выражаем благодарность Сектору Здравоохранения. Во-вторых, выражаем восхищение практической составляющей: тот бесценный

практический и теоретический опыт, которым с нами поделились замечательные преподаватели и ученые. Самое важное то, что прослушав и просмотрев мультимедийную лекцию, мы сами имели возможность поработать с изображениями по теме курса на высокотехнологичных рабочих станциях, познакомиться с последними инновационными технологиями и разработками компании Сименс в лучевой диагностике. Встреча прошла в неформальной и дружеской обстановке, где мы смогли пообщаться с докторами из разных уголков России и обменяться профессиональным опытом. Такого уровня образовательных медицинских программ, на сегодняшний день на территории СНГ более не существует. Мы искренне желаем нашим преподавателям и сотрудникам компании Сименс крепкого здоровья, и, конечно же, успехов и процветания. Надеемся на дальнейшее успешное сотрудничество!

Курс «Возможности ультразвуковой диагностики заболеваний молочной железы», научный руководитель — КОРЖЕНКОВА Галина Петровна. Слушатель — Шайкова Дина Александровна, врач УЗИ диагностики ДГП № 32, г. Москва

В конце 2012 г. посетила курс лекций, посвященных проблемам диагностики опухолевых заболеваний молочных желез. Хочется отметить высокий профессионализм научного руководителя курса: в лекциях представлены последние, современные данные относительно классификации заболеваний молочных желез, сопоставлены рентгенологические и ультразвуковые методы диагностики. Все дни занятий были грамотно распланированы. Теоретическая часть занятий неразрывно связана с практической частью, которая была очень хорошо организована сотрудниками сектора здравоохранения компании Сименс. Благодаря им практические врачи получили возможность применить с полученные знания и навыки, работая в учебном классе на УЗИ аппаратах высокого класса с пациентами-добровольцами предварительно приглашенными на занятие. Также было проведено практическое занятие по взятию биопсии на муляже под контролем УЗИ. Хочется выразить благодарность научному руководителю курса Корженковой Г. П. за ответственный, не формальный подход к подбору материала для лекций, а также сотрудникам сектора здравоохранения компании Сименс за создание комфортных условий для обучения врачей. За первый год работы Центра было проведено 35 различных курсов с участием более 200 слушателей.

Каждый курс — это достойное сочетание клинического диагностического опыта ведущих российских и зарубежных специалистов и самой современной технологической базы — решений компании «Сименс».

Выберите курс, который необходим именно Вам!

Актуальная информация о деятельности Центра Компетенций, расширенное описание программ курсов представлена на нашей странице в интернет:

www.healthcare.siemens.ru/info/training.

В случае Вашей заинтересованности, направляйте заявку по электронной почте: Maksimova.Svetlana@siemens.com

Ждем Вас на занятиях!

Адрес: Москва, ул. Дубининская, д. 96, тел. +7 916 923 95 32
www.healthcare.siemens.ru/info/training
michael.ditchfield@rch.org.au

SIEMENS



www.siemens.ru/healthcare

«Сименс» зарегистрировал в России компьютерный томограф SOMATOM Perspective

Компания «Сименс» сертифицировала в России инновационный компьютерный томограф SOMATOM Perspective. Медицинское изделие получило государственный регистрационный номер РЗН 2013/1366 от 29 января 2014 года. Теперь данный вид оборудования может поставляться российским учреждениям здравоохранения.

Компьютерный томограф SOMATOM Perspective создан для решения широкого спектра клинических задач. Сканер высокоэффективен, экономичен, легок в использовании и обеспечивает значительное снижение лучевой нагрузки для всех типов исследований. Это первый сканер компьютерной томографии (КТ) высочайшего уровня, отвечающий запросам современного здравоохранения.

SOMATOM Perspective в конфигурации 16, 32, 64 и 128 срезов решает полный спектр диагностических задач в хирургии, онкологии, неврологии, нейрохирургии, кардиологии, педиатрии и в отделениях интенсивной терапии. Сканер позволяет проводить исследования головного мозга, КТ-ангиографию с контрастным усилением, полный комплекс исследований, связанных с диагностикой и количественной оценкой сосудистых нарушений, включая диагностику сосудистых мальформаций и коронарографию, динамические функциональные исследования нарушений кровоснабжения головного мозга при диагностике инсультов и опухолей на ранней стадии.

Оборудование дополнительно снабжено режимом eMode, который позволяет увеличить его срок эксплуатации и снизить стоимость сервисного обслуживания. Томограф можно автоматически использовать в специально подобранных режимах, при которых

сканирование осуществляется с оптимальными параметрами и с минимальной лучевой нагрузкой на пациента.

SOMATOM Perspective имеет современный дизайн гентри, опционально оснащаемый подсветкой. С помощью различных технологий, в частности, объемной реконструкции с чередованием (Interleaved Volume Reconstruction — IVR), система позволяет визуализировать мельчайшие анатомические объекты. Получаемые данные идеально подходят для 2D/3D/4D постпроцессинга.

Компьютерный томограф является сканером высокого уровня, оптимизированным на возврат инвестиций. Энергопотребление и стоимость владения находятся на очень привлекательном уровне. Разнообразие экспертных клинических приложений гарантирует широкий спектр возможностей для врачей-диагностов, что позволяет «Сименс» занимать конкурентную позицию на рынке.

SOMATOM Perspective минимизирует лучевую нагрузку на пациента, предлагая множество технологий, таких как, модуляции тока на трубке в реальном времени CARE Dose4D, Алгоритм итеративной реконструкции изображения на основе синограмм SAFIRE, эффективные детекторные материалы Ultra Fast Ceramic (ГАС) и другие.

Простота эксплуатации и увеличение производительности гарантированы использованием интуитивного интерфейса пользователя *syngo*.

Подробную информацию о компьютерном томографе SOMATOM Perspective вы можете получить, пройдя по ссылке www.siemens.ru/healthcare.

Answers for life*.

* Ответы для жизни.





В прошлом году врачи из челябинского центра выполнили операции на сердце примерно 80 младенцам, и планируют увеличить количество процедур, если будет расширено отделение интенсивной терапии новорожденных.

Сердечные дела в Уральских горах

На Южном Урале, в Челябинске, в начале 2011 года открылся специализированный сердечно-сосудистый центр. В этом году в центре будет выполнено более 5000 операций. Все процедуры проводятся бесплатно; иногда для операции пациентам приходится проезжать до Челябинска немалое расстояние — 500 километров и больше.

Текст: Диана Ларц
Фотографии: Ян Лиске



Шестилетний Кирилл недавно перенес операцию по закрытию дефекта межжелудочковой перегородки.

Сердце Михаила Афанасьевича Павлова, 71 года, на грани отказа. Коронарные артерии, питающие сердечную мышцу кровью, значительно сужены. На экране компьютера показано черно-белое изображение сердца пациента; вид кровеносных сосудов напоминает дельту реки. «Здесь — объясняет кардиолог Андрей Селиверстов, д.м.н., указывая на участок, где кровоток сокращен до минимума. — И здесь. И здесь тоже». Павлову необходимо установить три шунта — как минимум. Селиверстов объясняет ему, как его грудную клетку вскроют и ребра разведут в стороны. Затем кардиохирурги установят шунты. Руки Павлова спокойно лежат на подлокотниках кресла, а его морщинистое пожилое лицо остается полностью неподвижным. Когда врач заканчивает свое 20-минутное объяснение, Павлов говорит лишь одну фразу: «Ладно, давайте».

Павлову повезло, и он знает об этом. «При таком состоянии сердца всего полтора года назад у него было бы мало надежды — пациентам в Челябинске, родном городе Павлова, до сих пор приходилось ждать операции шунтирования по году и больше. Некоторые из них просто

не доживали до операции», — объясняет доктор Селиверстов. Однако сейчас Павлов сидит в процедурной недавно построенного Клинического центра сердечно-сосудистых заболеваний. «Когда мне нужно приехать снова?» — спрашивает Павлов. «Начнем через неделю», — отвечает доктор Селиверстов.

Современный оазис

Челябинск, город на юге Урала, стоит на границе между Европой и Азией. Население города составляет чуть больше миллиона человек, и достопримечательностей для туристов в нем немного — вместо этого он заполнен дымящимися трубами обширных промзон. При взгляде на Челябинск с высоты можно увидеть множество жилых комплексов разных оттенков серого цвета. Однако на западной окраине города, за березовой рощей, справа от проспекта Героя, крупной транспортной артерии города, стоят бежевые блочные здания челябинского кардиологического центра — словно игральные кости, брошенные на зеленое сукно. Этот современный центр вырос посреди промышленного города, словно оазис.

В рамках Приоритетного национального проекта «Здоровье» российское правительство за прошедшие годы создало одиннадцать специализированных клиник в регионах, удаленных от крупных городов — Москвы и Санкт-Петербурга; один из таких центров появился в Челябинске. Строительство началось в 2007 г., а первая операция на сердце была выполнена в конце января 2011 г. Врачи предполагают, что в этом году в центре будет проведено более 5000 операций. Все 167 койко-мест в центре всегда заняты. Медицинское обслуживание в этих региональных специализированных центрах предоставляется бесплатно — для этого российское правительство переводит в один только челябинский центр более 30 млн евро каждый год. «Всего несколько лет назад мы могли лишь мечтать о подобной клинике», — говорит Олег Павлович Лукин, главный врач центра, сидя за рабочим столом. В углу на стене висит резная деревянная икона, а на экран компьютера в реальное время выводится увеличенное изображение с камеры в одной из трех операционных. Лукин постоянно поддерживает радиосвязь с врачами, проводящими операцию. Доктор Лукин, родился и вырос в Челябинске; его движения



64-летняя Александра Браскина (слева) шесть недель назад перенесла операцию шунтирования, и теперь перед ней открылись совершенно новые жизненные горизонты. Магнитно-резонансный томограф компании «Сименс» (справа) помог хирургам спланировать вмешательство.

размеренные, а голос спокойный — голос опытного рассказчика. До того, как ему предложили нынешнюю должность в новом центре, он работал в районной больнице. Он слишком щепетилен для того, чтобы плохо отзываться об условиях своей прежней работы, однако из его слов становится ясно: этот кардиологический центр с современным оборудованием позволил челябинским врачам совершить прорыв в новую эру медицинского обслуживания. Пациенты прибывают в центр из соседних регионов Сибири, порой ради операции в Челябинске проезжая больше 500 километров. «Все это несколько лет назад многие россияне не доживали и до 60 лет, — говорит доктор Лукин. — Теперь у нас все больше и больше оказывается пациентов в возрасте 70 лет и старше».

Сравнительно низкая продолжительность жизни

Демографические изменения — очевидный факт для России. Население страны, составляющее порядка 140 млн человек, постепенно уменьшается. Ученые ожидают, что современная численность населения, равная 141,9 млн человек, к 2025 г. сократится до менее чем 130 млн. Это обусловлено двумя основными факторами.

Во-первых, после «лихих» 1990-х годов российские женщины стали рожать меньше детей. Во-вторых, ожидаемая продолжительность жизни в России до сих пор относительно невелика, особенно у мужчин. В конце прошлого тысячелетия средняя продолжительность жизни составляла 58,9 года. Сейчас российские мужчины в среднем живут 64,3 года.

Специализированные клиники, подобные челябинской, призваны улучшить медицинское обслуживание и за счет этого повысить продолжительность жизни. Примерно 57 процентов людей в России умирают от сердечных приступов или других сердечно-сосудистых заболеваний, поэтому особенно важно обеспечить современным медицинским обслуживанием

Приоритетный национальный проект «Здоровье»

Президент России Владимир Путин инициировал Приоритетный национальный проект «Здоровье» в начале 2006 г. Целью проекта является улучшение медицинского обслуживания в России. Помимо увеличения заработной платы врачей и медсестер и предоставления им новых возможностей повышения квалификации, одной из основных целей проекта стало создание в 15 регионах России современных специализированных клиник. Новые клиники специализируются в областях кардиохирургии, травматологии, ортопедии и нейрохирургии. Первая из них была построена в Хабаровске, на Дальнем Востоке, рядом с китайской границей. Затем были построены еще десять медицинских центров, в том числе и центр в Челябинске. Правительство надеется, что кардиологические клиники помогут снизить смертность от сердечно-сосудистых заболеваний в России с 325 случаев на 100 000 человек до 250. К настоящему моменту российское правительство вложило в этот проект по здравоохранению более десяти миллиардов евро.

отдаленные регионы и промышленные города как Челябинск. Большая часть Уральских гор — это идиллические природные пейзажи, однако в самом Челябинске заводы постоянно извергают в воздух вредные выбросы. Metallургические комбинаты города — одни из крупнейших в Европе; на них производят железные сплавы, нержавеющую сталь, трубы, краны, трактора и другую тяжелую технику. Достаточно совсем немного побыть в городе, чтобы ощутить, как на коже, языке и глазах появляется шероховатый осадок.

Отделение интенсивной терапии новорожденных

Проходя по коридорам своего центра, доктор Лукин буквально каждые пять шагов останавливается, чтобы поздороваться с докторами, пожать руку медсестрам, и перекинуться с ними парой слов. Большинство из 700 сотрудников центра раньше работали в той же районной больнице, так что они знают друг друга очень давно. Все они

прошли расширенный курс обучения по кардиологии. В районную больницу теперь набрали новый персонал. Позже Лукин задерживается в кабинете рядом с отделением магнитно-резонансной томографии (МРТ), чтобы обсудить с тремя коллегами МРТ-изображения сердца шестимесячного ребенка, который был доставлен в центр из больницы в Оренбурге, примерно за 500 километров на юго-восток. По изображениям кардиологи отмечают, что правый желудочек в два-три раза больше левого, однако определить причину этого на основании изображений, полученных из направившего учреждения, оказывается невозможно. На следующий день ребенку назначен прием в Челябинске. Врачи надеются, что установленный в соседнем кабинете МР-томограф компании «Сименс» позволит получить более подробные изображения. «Ребенок при смерти, и мы — последняя надежда на его спасение», — объясняет доктор Лукин. До этого 90 процентов новорожденных с врожденным пороком сердца, которые были слишком слабы для транспортировки в Москву,

погибали. Впрочем, за прошлый год в челябинском центре успешно провели кардиологические операции примерно 80 младенцам. Лукин надеется расширить отделение интенсивной терапии новорожденных, чтобы в будущем проводить больше вмешательств.

Планы на будущее: трансплантация сердца

Помимо лечения новорожденных, очевидны и другие достижения центра — несмотря на то, что с момента его открытия прошло всего полтора года. Жителям Челябинска и соседних регионов больше не придется месяцами терпеть боли в груди, ожидая операции шунтирования или вмешательства на коронарных артериях. Список пациентов, ожидающих установки кардиостимуляторов, постепенно сокращается, и Лукин предполагает, что за ближайший год центру удастся справиться с нужным объемом процедур. Также он надеется, что через пару лет его центр сможет проводить трансплантацию сердца.

«Пациентам приходилось ждать операции шунтирования по году и больше. Некоторые из них просто не доживали».

Андрей Селиверстов, врач,
Клинический центр сердечно-сосудистых заболеваний,
Челябинск, Россия





Большая часть Уральских гор — это идиллические природные пейзажи, однако в самом Челябинске заводы постоянно извергают в воздух вредные выбросы.

«Всего через год или два — уверенно говорит он, — результаты нашей работы заметно отразятся на демографической статистике Уральского региона». К тому времени больше новорожденных смогут пережить самые сложные первые недели жизни, а пожилые люди станут жить дольше благодаря шунтам, стентам или кардиостимуляторам, установленным в Челябинске. Необходимость лечиться в больнице никого не может порадовать. Однако заметно, что люди в коридорах этого центра на окраине Челябинска очень его ценят, в особенности за счет того, что оно очень сильно отличается от большинства российских больниц. Коридоры окрашены в яркие и приятные глазу оттенки желтого цвета, в приемных стоят удобные диваны, и во всем центре царит атмосфера спокойствия и уверенности. Вот 64-летняя Александра Браскина: сейчас, через шесть недель после операции шунтирования, она сидит на койке в своей палате и, зарумянившись, с улыбкой рассказывает о том, что скоро снова будет выращивать помидоры у себя в огороде. А вот шестилетний Кирилл, которому была проведена операция для закрытия небольшого отверстия в стенке сердца. Когда в дверь заходит его лечащий врач, Кирилл радостно вскрикивает и приветственно машет руками. Владимир Феоктистов, 61 года,

также перенесший шунтирование, ждет, когда за ним приедет машина, чтобы отвезти его домой. Феоктистова ждут внуки, и ему не терпится снова поиграть с ними. Челябинский кардиологический центр уже помог каждому из этих пациентов. Для Михаила Афанасьевича Павлова, который только сегодня узнал о предстоящей операции, самое трудное еще впереди. Однако сейчас, когда он стоит, облокотившись на стойку регистратуры в ожидании документов, не похоже, чтобы им владел страх. «Незачем волноваться — говорит он. — Просто нужно пройти через это, и все будет нормально».

Уже настает вечер, когда Лукин узнает о прибытии двух новых пациентов. Обоим слегка за пятьдесят. Оба на грани сердечного приступа. Могут ли они подождать до завтра? После короткого разговора с заведующим отделением радиологии Лукин принимает решение. Ангиографические процедурные снова готовят к работе. Сегодня врачи челябинского кардиологического центра будут работать до трех часов ночи.

Диана Ларц — корреспондент в Москве. Она занимается журналистикой с 2006 года. Ее репортажи выходят в разных немецких журналах.

Выводы

Проблемы

- Уровень медицинской помощи пациентам с сердечно-сосудистыми заболеваниями в малонаселенном регионе России недостаточный
- Время ожидания операций на сердце — до двух лет
- Медицинское оборудование не отвечает современным стандартам
- Продолжительность жизни низкая, особенно у мужчин

Решение:

- Создание региональной клиники и медицинского центра для борьбы с сердечно-сосудистыми заболеваниями
- Установка в центре медицинского оборудования компании «Сименс»
- Бесплатное лечение для всех граждан Российской Федерации
- Сотрудничество с больницами соседних регионов

Результат:

- Более 5000 операций в год
- Избавление от долгого ожидания операций шунтирования и вмешательства на коронарных артериях
- Время ожидания имплантации кардиостимуляторов сокращено до нескольких месяцев
- Ежегодно младенцам с тяжелыми врожденными пороками сердца проводят около 80 операций, спасающих жизнь
- Увеличение ожидаемой продолжительности жизни в Уральском регионе

Дополнительная информация

www.siemens.com/cardiology

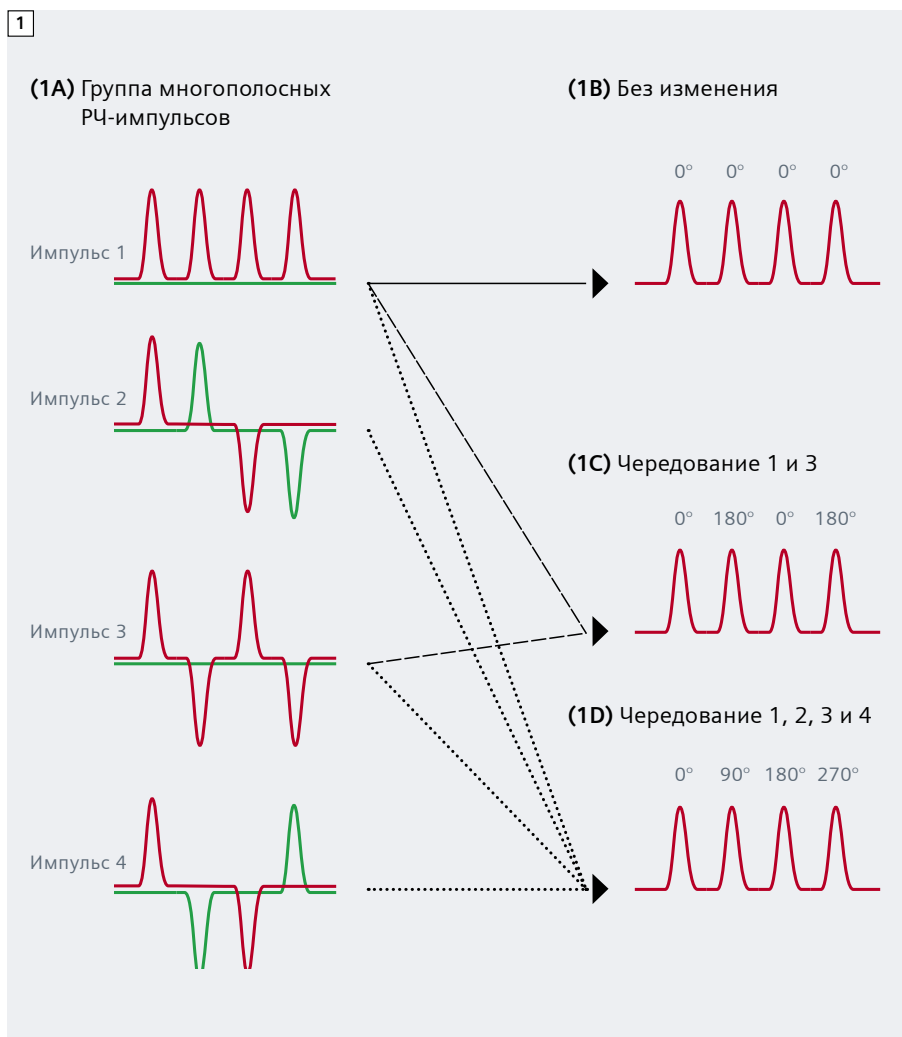
Контролируемое наложение при параллельной визуализации позволяет увеличить ускорение (принцип CAIPIRINHA)

Феликс Бройер¹; Мартин Блаймер¹; Марк Грисвольд²; Петер Якоб^{1,3}

¹Научно-исследовательский центр Magnetic Resonance Bavaria e.V (MRB) (Вюрцбург, Германия)

²Испытательный центр научных исследований в области визуализации, Университет Case Western Reserve и университетские больницы (Кливленд, шт. Огайо, США)

³Кафедра экспериментальной физики 5, Университет Вюрцбурга (Вюрцбург, Германия)

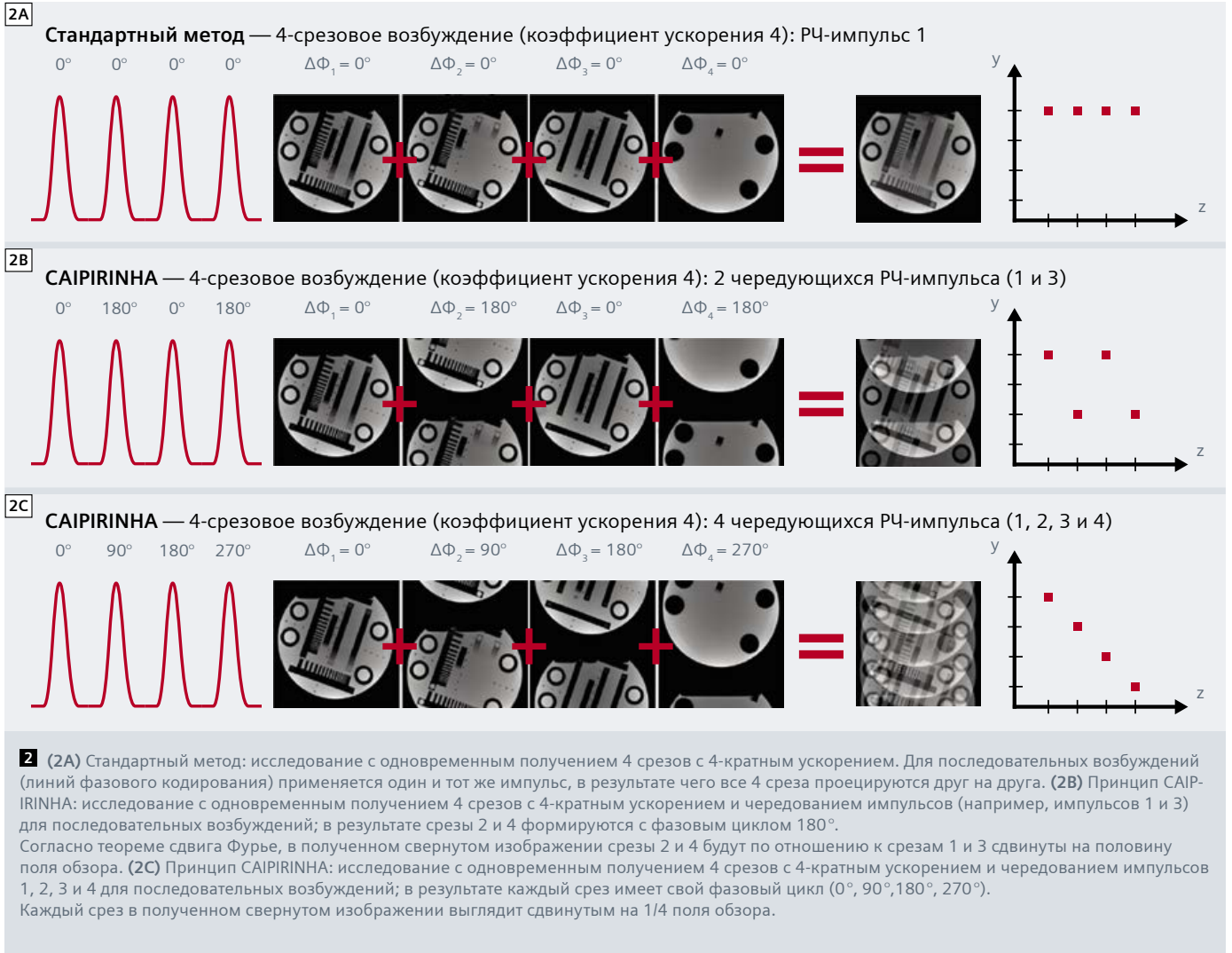


1 Многосрезовое возбуждение с помощью чередующихся РЧ-импульсов, взятых из (1A) — набор из 4 РЧ-импульсов с различными фазовыми модуляциями (импульсы 1—4) позволяет получить отдельные срезы с четко определенными фазовыми циклами в направлении фазового кодирования. На графике показаны действительная (красный цвет) и мнимая (зеленый цвет) части импульсов. (1B) При использовании только одного импульса (например, импульса 1) фазовый цикл отсутствует (0°, 0°, 0°, 0°). (1C) Чередование импульсов 1 и 3 приводит к отсутствию фазового цикла для срезов 1 и 3 и к фазовому циклу 180° для срезов 2 и 4 (0°, 180°, 0°, 180°). (1D) Чередование всех 4 импульсов позволяет получить для каждого отдельного среза отдельный фазовый цикл (0°, 90°, 180°, 270°).

Введение

Время, необходимое на получение изображений — один из наиболее важных факторов для клинической магнитно-резонансной томографии (МРТ). Разработка многокатушечных приемных схем, а также специализированных методов реконструкции по принципу параллельной МРТ (ПМРТ), например SENSE [1] и GRAPPA [2], позволила практически во всех областях клинического применения существенно сократить время получения изображений. Таким образом, сегодня ПМРТ играет в ежедневной клинической практике значительную роль. ПМРТ позволяет уменьшить количество данных, необходимых для формирования изображения. В случае декартового пространства это обычно достигается путем однородного снижения частоты выборки для k-пространства (т. е. путем пропуска каждой второй линии фазового кодирования), что при создании изображений приводит к возникновению так называемых «артефактов наложения». Методы реконструкции ПМРТ призваны компенсировать отсутствие пространственного кодирования, учитывая информацию о пространственной чувствительности, выдаваемую многокатушечной приемной матрицей. К сожалению, принцип ПМРТ, по сравнению с изображением с полным кодированием, по своей сути сопровождается ухудшением отношения сигнал/шум (SNR). Отношение сигнал/шум:

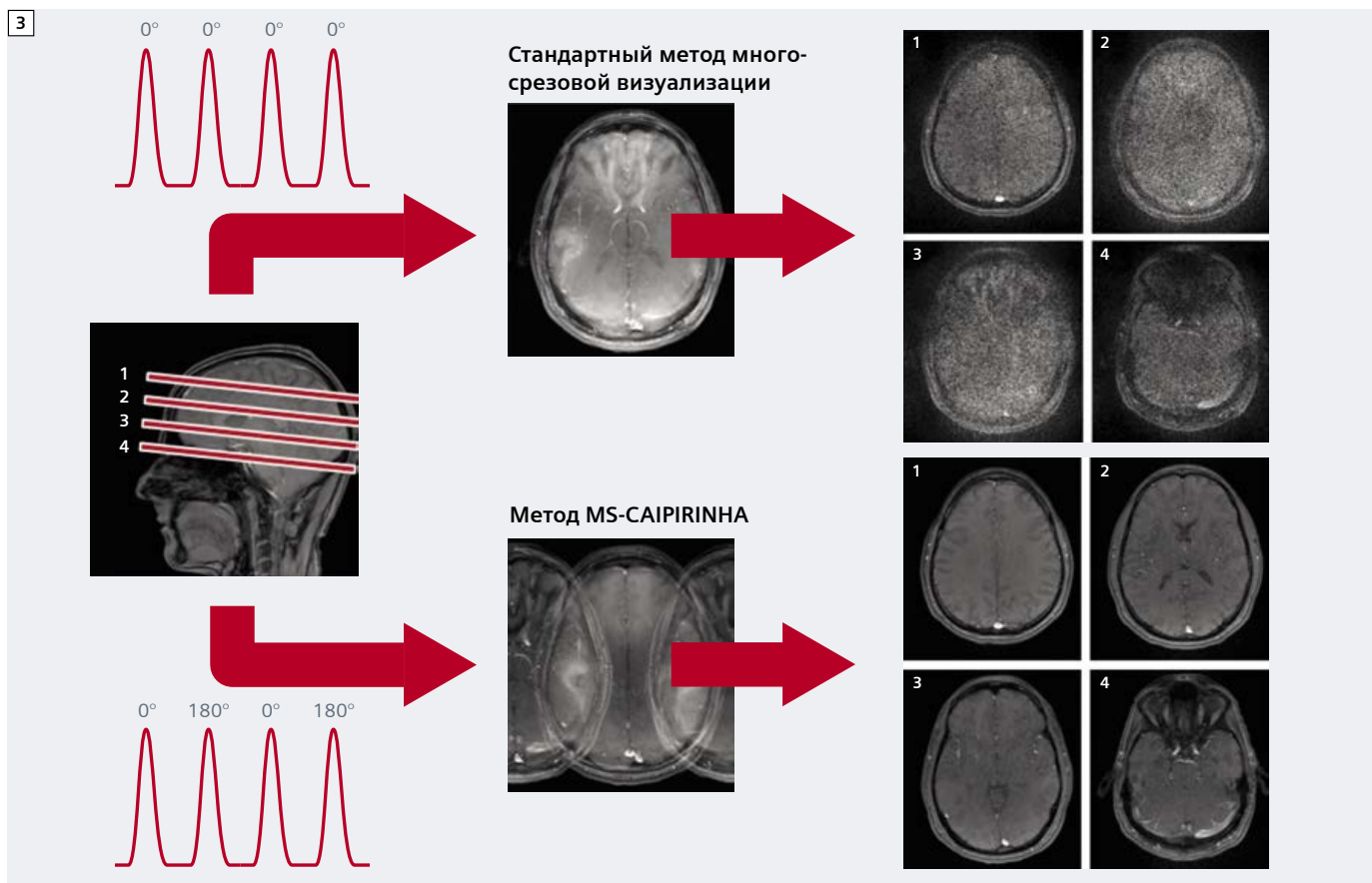
- а)** снижается на квадратный корень коэффициента ускорения — просто из-за того, что система получает меньше данных;
- б)** зависит от так называемого коэффициента g, который в значительной степени определяется возможностями применяемой приемной матрицы.



Таким образом, ПМРТ часто ограничивается областями применения с достаточно высоким базовым отношением сигнал/шум, например методами объемной визуализации. В МР-томографах новейшего поколения, поддерживающих до 128 независимых приемных каналов, потенциально возможно еще больше сократить время сканирования. Впрочем, в обычных двумерных клинических исследованиях параллельная визуализация на сегодняшний день по-прежнему применяется ограниченно, поскольку из-за собственных ограничений в изменении чувствительности катушек в одном направлении фазового кодирования (одномерная параллельная визуализация) снижает время сканирования весьма умеренно (коэффициенты ускорения от 2 до 3). При трехмерной и одновременной многосрезовой визуализации параллельное кодирование можно проводить в двух направлениях

кодирования (параллельная визуализация в двух измерениях), задействуя изменения чувствительности в обоих направлениях, что используется, к примеру, в методах 2D SENSE [3] и MS SENSE [4]. Как показала практика, этот принцип может существенно улучшать условия реконструкции и обеспечивать еще большее ускорение получения данных (более чем 3-кратно). Однако для успешной реконструкции изображений при обоих этих методах требуется достаточно значительное изменение чувствительности в двух направлениях кодирования, которое сильно зависит от геометрии применяемых катушек. Как упоминалось выше, пространственное кодирование с использованием приемной матрицы связано с определенным усилением шума, называемым «шумом коэффициента g». Методы количественной оценки коэффициента g были выведены для алгоритмов реконструкции

SENSE [1] и GRAPPA [5], и позволяют оценивать качество реконструкции при ПМРТ. Один из важных способов снизить шум коэффициента g для конкретной задачи — с учетом условий этой задачи оптимизировать геометрию приемной матрицы (например, количество и расположение катушек). Впрочем, практическое применение подобного способа затрудняют аппаратные ограничения, разноеобразие вариантов массы тела и телосложения пациента, необходимость в гибкости для более широкого применения, а также факторы, связанные с конкретными последовательностями или протоколами. Частично преодолеть эти ограничения можно путем четко определенного изменения условий наложения, например, по принципу CAIPIRINHA (Controlled Aliasing In Parallel Imaging Results IN Higher Acceleration — контролируемое наложение при параллельной



3 Пример исследования головного мозга в живом организме: исследование с одновременным получением 4 срезов с четырехкратным ускорением без фазовых циклов (стандартный метод многосрезовой визуализации) приводит к наложению всех срезов прямо друг на друга. Поскольку достаточных изменений чувствительности по направлению среза после реконструкции по методу GRAPPA не наблюдается, шум значительно усиливается. При использовании метода MS-CAIPIRINHA с двумя чередующимися многополосными РЧ-импульсами в свернутом изображении срезы 2 и 4 выглядят сдвинутыми по отношению к срезам 1 и 3. Таким образом, в дополнение к изменениям чувствительности в направлении среза можно использовать изменения чувствительности в направлении фазового кодирования (LR). Этот подход позволяет после реконструкции по методу GRAPPA существенно повысить качество изображений. Параметры визуализации: томограф MAGNETOM Skyra 3 Тл, TE 3,4 мс, TR 100 мс, FA 50°, поле обзора 178×220 мм, матрица 208×320, толщина среза 4 мм, коэффициент расстояния 300%.

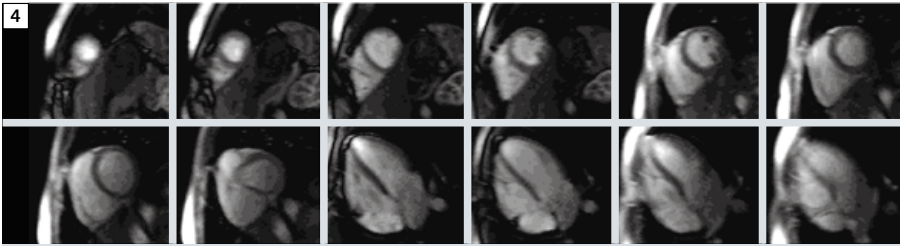
визуализации увеличивает ускорение). Его применяют уже при получении данных, изменяя схему РЧ-возбуждения или градиентного кодирования, чтобы в полной мере задействовать возможности кодирования катушек в применяемой приемной матрице. Этот принцип успешно применяется как при одновременной многосрезовой визуализации (MS-CAIPIRINHA) [6], так и при трехмерной визуализации, причем уменьшение объемов данных в последнем случае может осуществляться в двух направлениях фазового кодирования (2D-CAIPIRINHA) [7]. К тому же обе стратегии можно распространить на оставшееся третье направление (т. е. направление считывания), например, путем применения зигзагообразных траекторий считывания [8]. Ниже приводится краткий обзор методов MS-CAIPIRINHA и 2D-CAIPIRINHA.

Улучшение результатов параллельной визуализации с помощью принципа CAIPIRINHA

Метод MS-CAIPIRINHA

Одновременная многосрезовая визуализация позволяет увеличить по сравнению со стандартной односрезовой визуализацией отношение сигнал/шум, причем РЧ-возбуждение проводится с помощью специальных многополосных импульсов (рис. 1). После многополосного возбуждения полученные сигналы от всех срезов (полос) накапливаются и подвергаются последовательности градиентного кодирования. Таким образом, простая замена в импульсной последовательности для МРТ обычного односрезового возбуждающего импульса на многосрезовый приведет к тому, что в полученном изображении все одновременно возбужденные

срезы окажутся спроецированы друг на друга (рис. 2А). Как сказано выше, элегантным способом разделения сигналов от нескольких срезов, накладывающихся на один и тот же пиксел изображения, оказывается принцип параллельной визуализации. При достаточном изменении чувствительности применяемой приемной матрицы в направлении среза срезы можно будет разделить с помощью адаптированных стандартных алгоритмов реконструкции ПМРТ [4, 9]. Впрочем, в случаях, когда изменений чувствительности в направлении среза недостаточно, например из-за небольших расстояний между срезами или при неоптимальной геометрии катушек, результаты ПМРТ-реконструкции окажутся неудовлетворительными, со значительным усилением шума. Возможные изменения чувствительности в других простран-



4 Пример исследования сердца в живом организме: метод MS-CAIPIRINHA позволяет получать до 6 срезов на каждый сердечный цикл. В данном случае за 2 сердечных цикла получено 12 срезов (8 в проекции по короткой оси и 4 в проекции по длинной оси). Параметры визуализации: томограф MAGNETOM Avanto 1,5 Тл, 32-канальная катушка для сердца (Rapid Biomedical, Вюрцбург, Германия); ИП: SR-TrueFISP, фазовый цикл CAIPIRINHA +90°/-90°; поле обзора 320×260 мм, матрица 128×77, разрешение 2,5×3,4 мм, толщина среза 10 мм, коэффициент расстояния (двухсрезовый импульс) для короткой/длинной оси: 200%/100%; частичное преобразование Фурье 6/8, измерения: 20, TR 2,8 мс, TI 120 мс, TE 1,4 мс, FA 50°, алгоритм реконструкции GRAPPA (R=3). Изображения предоставил Даниэль Штеб.

ственных направлениях (в данном случае в направлении фазового кодирования) в этом случае не имеют значения.

Испытания показали, что увеличение поля обзора (FOV) на число одновременно возбуждаемых срезов позволяет в увеличенном поле обзора сдвигать отдельные срезы (в направлении фазового кодирования) [10, 11] таким образом, чтобы они не накладывались. Аналогичным подходом является РЧ-кодирование с помощью преобразования Адамара [12]. Вышеупомянутого необходимого сдвига можно достичь с помощью специальных чередующихся многополосных РЧ-импульсов, содержащих отдельные полосы с четко определенными фазовыми циклами в направлении фазового кодирования (например, с использованием набора РЧ-импульсов, показанных на рис. 1). Благодаря объемному характеру возбуждения этот метод позволяет улучшить по сравнению с односрезовым получением данных отношение сигнал/шум на квадратный корень из количества одновременно возбуждаемых срезов, однако ценой увеличенного поглощения энергии импульсов. Применение этого принципа в сочетании с ускорением визуализации (меньшим количеством шагов фазового кодирования) дает возможность получить наложенные срезы с отдельными показателями сдвига в направлении фазового кодирования с помощью чередующихся РЧ-импульсов, например, из набора импульсов на рис. 1. Четырехсрезовое возбуждение с коэффициентом ускорения $af=4$ с использованием только РЧ-импульса 1 приводит к наложению

4 пикселей изображения, полученных из всех 4 срезов, на одно и то же место в направлении фазового кодирования (рис. 2А). Применяя чередующиеся РЧ-импульсы (например, импульс 1 и импульс 3 или импульсы 1, 2, 3 и 4), отдельные срезы можно в поле обзора сдвинуть между собой (рис. 2В, С). Таким образом, как показано на соответствующих графиках *zy-plots*, наложенные пиксели теперь могут происходить из разных срезов и разных положений в направлении фазового кодирования, соответствующая четко определенной схеме (MS-CAIPIRINHA), что при ПМРТ-реконструкции даст возможность задействовать изменения чувствительности в направлениях среза и фаз кодирования. Достоинства метода MS-CAIPIRINHA были продемонстрированы в исследовании в живом организме при 4-кратном ускорении с одновременным получением 4 срезов. На рис. 3 показаны 4 среза головного мозга добровольца (положения срезов обозначены на сагиттальном изображении головного мозга), возбуждавшиеся одновременно с помощью специальных многополосных РЧ-импульсов из набора импульса на рис. 1А. В случае нечередующихся РЧ-импульсов [4] (стандартный метод многосрезовой визуализации) каждый срез относится к одному и тому же фазовому циклу в направлении фазового кодирования (LR). Срезы выглядят спроецированными непосредственно друг на друга, в результате чего ПМРТ-реконструкция (в данном случае комбинированный метод GRAPPA-SENSE [9]) может использовать только изменения чувствитель-

ности в направлении среза. В связи с относительно небольшим расстоянием между срезами, достаточно высоким коэффициентом ускорения ($af=4$) и ограниченными изменениями чувствительности матрицы катушек в направлении среза, реконструкция приводит к значительному усилению шума и, следовательно, к неприемлемому качеству изображений. Впрочем, использование метода получения данных MS-CAIPIRINHA в сочетании с адаптированным методом реконструкции GRAPPA позволяет разделить пиксели свернутого изображения практически без усиления шума.

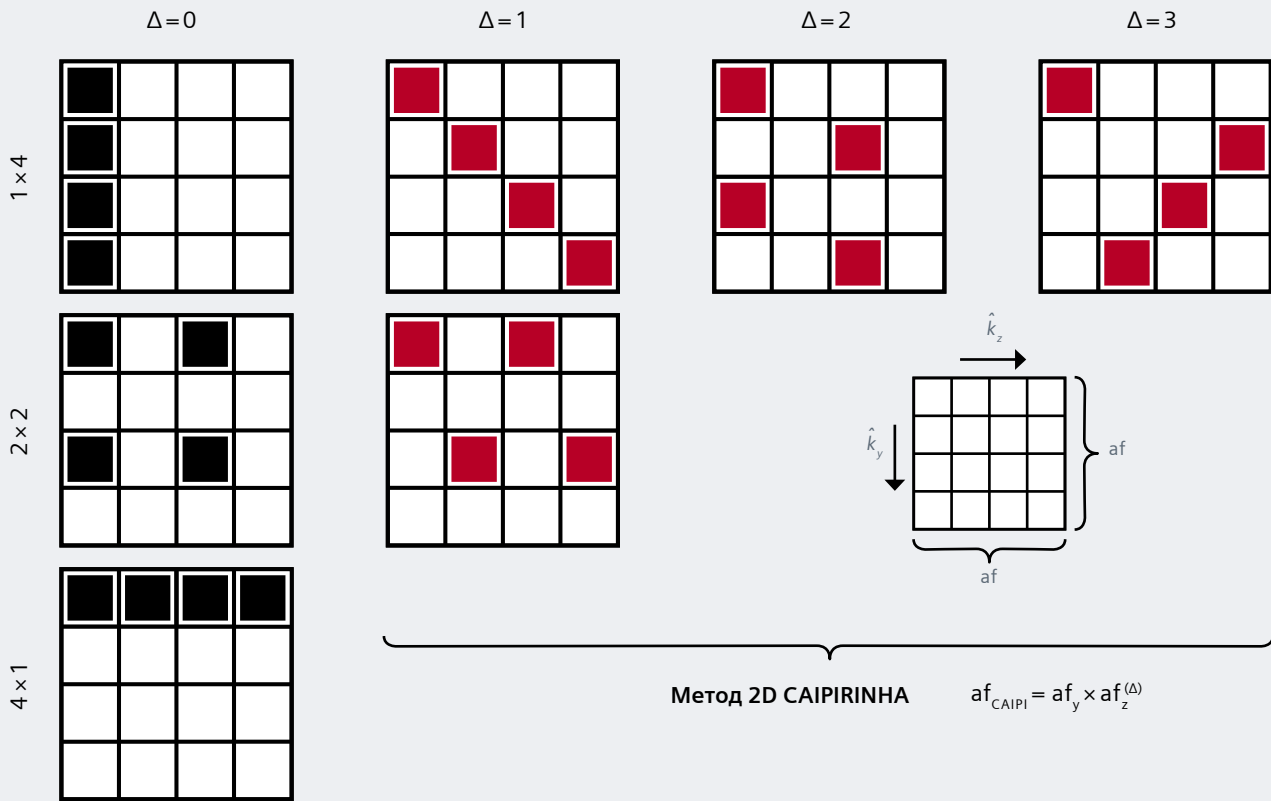
В данном примере использована схема MS-CAIPIRINHA, показанная на рис. 2В. Чередование импульсов 1 и 3 позволяет получить срезы 2 и 4 с фазовым циклом 180° в направлении фазового кодирования, в результате чего эти срезы выглядят сдвинутыми на 1/2 поля обзора по отношению к срезам 1 и 3, не имеющим фазовой модуляции. Таким образом, в данном случае метод MS-CAIPIRINHA позволил получить 4 среза, затратив время, обычно требуемое для получения только одного среза, без ухудшения отношения сигнал/шум.

Кроме того, на рис. 4 продемонстрирована возможность применять метод MS-CAIPIRINHA для исследований перфузии сердца. Для получения данных применяли ИП TrueFISP с восстановлением насыщения с двухсрезовым методом CAIPIRINHA и общим коэффициентом ускорения $af=3$. Это позволило получить 12 срезов (8 срезов в проекции по короткой оси и 4 среза в проекции по длинной оси) всего за два сердечных цикла. Повторение последовательности во время накопления контрастного вещества может позволить визуализировать перфузию сердца со значительно увеличенным пространственным охватом при высоком временном разрешении [13].

Метод 2D-CAIPIRINHA

В отличие от обычной двумерной визуализации, при которой для сокращения времени сканирования может использоваться только одно направление фазового кодирования (одномерная ПМРТ), трехмерная объемная визуализация со вторым направлением фазового кодирования открывает возможность выбирать направление для снижения частоты выборки и даже разделять ускорение между двумя направлениями фазового кодирования

5

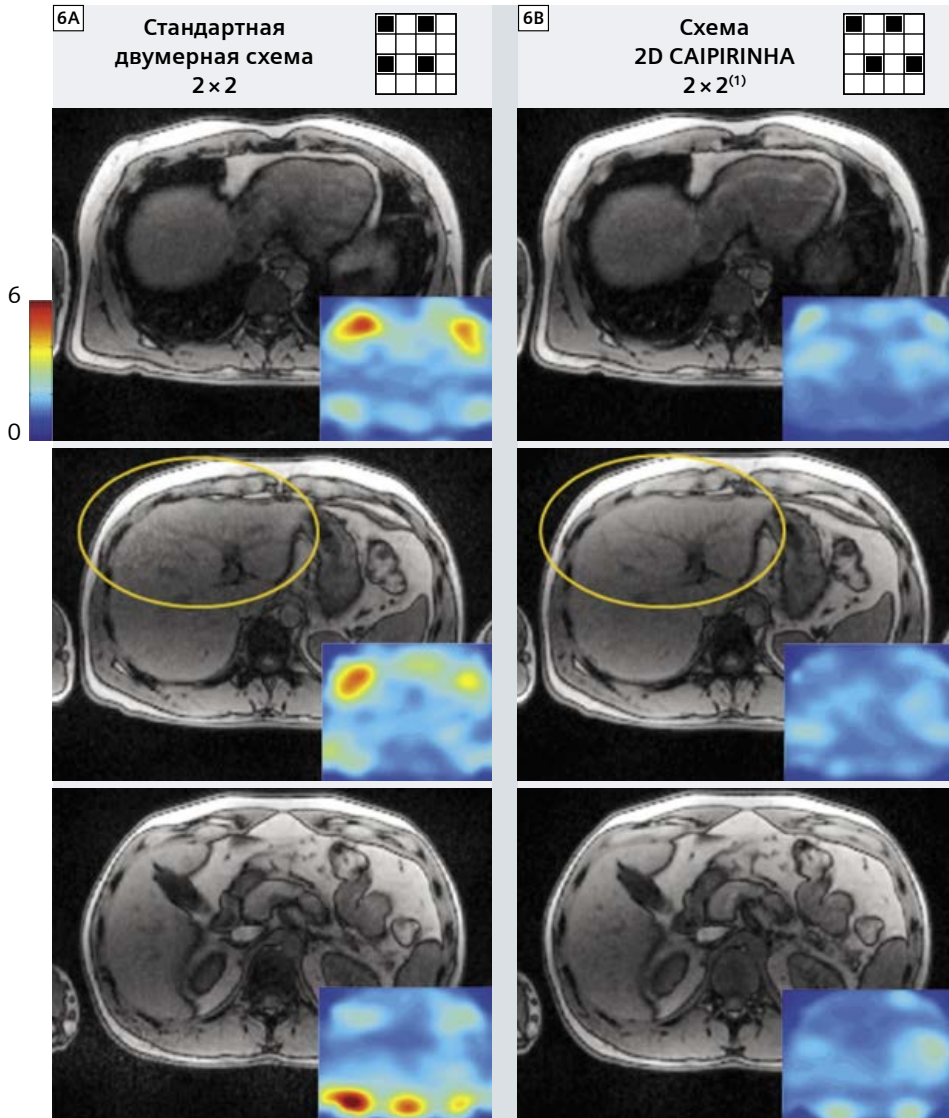


5 Процедура генерирования схем выборки по методу 2D-CAIPIRINHA для заданного общего коэффициента ускорения, в данном случае $af = 4$. Все возможные схемы выборки могут быть представлены элементарной ячейкой размера $af \times af$, в которой необходимо заполнить af положений. Для каждого коэффициента снижения частоты выборки в направлении k_y (af_y) может быть создано несколько схем путем сдвига положений выборки в строке k_y в направлении k_z на разную величину Δ , где Δ находится в диапазоне от 0 до $af_z - 1$, и $af_z = af/af_y$. Схемы выборки без сдвига ($\Delta = 0$) соответствуют ситуации стандартного двумерного получения данных, тогда как все прочие схемы относятся к получению данных типа 2D-CAIPIRINHA ($af = af_y \times af_z^{(\Delta)}$), для которых положения выборки обозначены красным цветом.

(ПМРТ в двух измерениях). В случае, если геометрия приемной матрицы обеспечивает изменение чувствительности в обоих направлениях фазового кодирования, эта стратегия позволяет увеличить суммарное ускорение при визуализации по сравнению со схемами снижения частоты выборки, ограниченными только одним направлением [4, 5]. Впрочем, поскольку изменения чувствительности, доступные для ПМРТ-реконструкции, зависят не только от геометрии катушек, но и от положения и ориентации изображений, выбора полей обзора и направлений кодирования, а также от положения, размера и формы объекта, выбор подходящего уровня снижения частоты выборки для отдельных направлений фазового кодирования с трудом поддается предсказанию и остается непростой задачей. В связи с этим, во многих случаях реконструированные изображения содержат выраженные остаточные артефакты, или выбор пара-

метров оператором в них приводит к значительному усилению шума. Опять же, практика показала, что принцип CAIPIRINHA позволяет частично преодолеть эти ограничения. Выявлено, что помимо стандартных прямоугольных схем выборки со снижением частоты выборки с простыми целочисленными коэффициентами допустимы и многие другие схемы, при которых положения выборки сдвигаются по сравнению с изначальными в схеме двумерного фазового кодирования. Здесь мы ограничиваемся положениями выборки на так называемых «сдвинутых сетках», которые образуют периодические решетки [14], приводящие к получению точно af наложенных пикселей изображения при коэффициенте ускорения af , как и в случае со всеми стандартными прямоугольными схемами. Процедура создания возможных схем 2D-CAIPIRINHA для общего коэффициента ускорения визуализации $af = 4$

схематически показана на рис. 5. Схемы выборки могут быть представлены элементарной ячейкой размера $af \times af$, в которой необходимо заполнить af положений. Для каждого коэффициента снижения частоты выборки в направлении k_y (af_y) можно, сдвигая положения выборки в строке k_y в направлении k_z на разную величину d , где d находится в диапазоне от 0 до $af_z - 1$, и $af_z = af/af_y$, создать несколько схем. Схемы выборки без сдвига ($d = 0$) соответствуют стандартному двумерному получению данных, тогда как все прочие схемы относятся к получению данных типа 2D-CAIPIRINHA. Этот принцип также может использоваться для коэффициентов ускорения — простых чисел ($af = 2, 3, 5, \dots$), где стандартное ускорение позволяет уменьшить частоту выборки только в одном из направлений фазового кодирования. Необходимые сдвиги в k -пространстве можно реализовать просто путем применения к таблицам



6 Пример исследования печени в живом организме, доброволец: сравнение GRAPPA-реконструкций (на примере 3 срезов) на основе данных из двух схем со сниженной частотой выборки: (6А) стандартная схема 2×2 и (6В) схема 2D-CAIPIRINHA $2 \times 2^{(1)}$. Также для метода GRAPPA показаны соответствующие карты коэффициента g . В отмеченной области хорошо заметно улучшение отношения сигнал/шум при использовании метода 2D-CAIPIRINHA.
Параметры визуализации: томограф MAGNETOM Avanto 1,5 Тл, 6-канальная матричная катушка для туловища и 6-канальная матричная катушка для позвоночника; ИП VIBE, коэффициент ускорения 4, дополнительная референтная матрица сканирования $32 \times 24 \times 24$. Поле обзора $400 \times 312,5$ мм², матрица $320 \times 170 \times 50$ GRAPPA, общее время сканирования 9 с при задержке дыхания.

фазокодирующих градиентов дополнительных градиентных смещений. Эти схемы выборки 2D-CAIPIRINHA, аналогичные фазовым циклам при одновременной многосрезовой визуализации, при двумерной параллельной визуализации изменяют по сравнению с обычными прямоугольными схемами снижения частоты выборки вид наложения, и потенциально могут значительно упростить требования к целочисленному

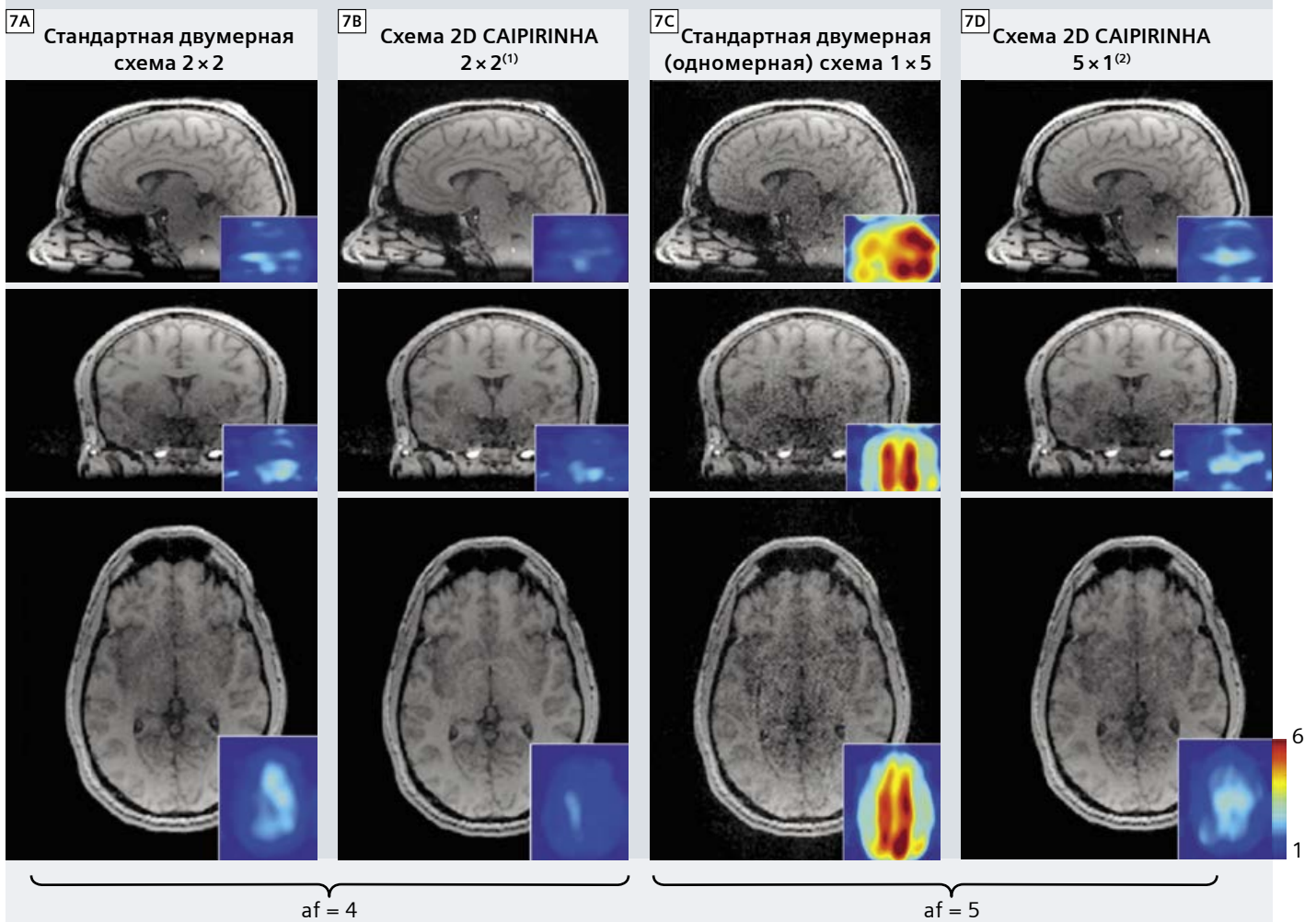
снижению. Более подробные данные представлены в исходной статье [7]. С помощью сдвига положений выборки по четко организованному принципу наложение можно сдвинуть таким образом, чтобы более эффективно использовать изменения чувствительности применяемой приемной матрицы. В некоторых случаях степень наложения даже можно уменьшить. Эти модифицированные условия наложения могут обеспечить допол-

нительное улучшение условий реконструкции для параллельной визуализации и, следовательно, позволить получить изображения более высокого качества. Недавно этот принцип был распространен и на более обобщенные схемы выборки, не ограничивающиеся сдвинутыми сетками [15]. Чтобы продемонстрировать достоинства метода 2D-CAIPIRINHA при исследовании в живом организме, было выполнено два последовательных исследования со сканированием брюшной полости добровольца с помощью ИП VIBE с коэффициентом ускорения $af=4$ при 9-секундной задержке дыхания. На рис. 6 показаны результаты GRAPPA-реконструкции трех из 50 срезов, использованных для получения данных двух типов:

а) получение данных по стандартной схеме 2×2 ;
б) получение данных по схеме 2×2 согласно методу 2D-CAIPIRINHA $2 \times 2^{(1)}$. Кроме того, в качестве количественной меры качества изображений показаны соответствующие карты коэффициента g для GRAPPA-реконструкции. Как показывают меньшие значения коэффициента g , при реконструкции по методу 2D-CAIPIRINHA качество изображений очевидным образом повысилось, даже по визуальной оценке (см. область, выделенную оранжевой окружностью). Более того, повышение качества изображений, обеспечиваемое методом 2D-CAIPIRINHA, продемонстрировано в четырех разных исследованиях головного мозга добровольца на основе T1-взвешенной ИП 3D FLASH с разными коэффициентами ускорения и схемами получения данных (рис. 7). Сравнивали следующие варианты получения данных:

- а)** стандартная схема 2×2 ;
- б)** схема 2D-CAIPIRINHA $2 \times 2^{(1)}$;
- с)** схема 2D-CAIPIRINHA $1 \times 5^{(2)}$;
- д)** стандартная схема 5×1 .

Показаны центральные части реконструированных трехмерных изображений в сагиттальной, фронтальной и аксиальной проекциях, а также соответствующие карты количественного анализа коэффициента g . При сравнении результатов реконструкции при $af=4$ ((7А) и (7В)) становится очевидным улучшение при применении метода 2D-CAIPIRINHA. При сравнении результатов при $af=5$ ((7С) и (7Д)) его преимущество по величине отношения сигнал/шум оказывается еще заметнее. В данном случае эффективность параллельной визуализации



7 Исследование головного мозга в живом организме с помощью ИП 3D FLASH с использованием различных схем ускорения: (7A) Стандартная схема 2×2 . (7B) Схема 2D-CAIPIRINHA $2 \times 2^{(1)}$. (7C) Стандартная схема 5×1 . (7D) Схема 2D-CAIPIRINHA $1 \times 5^{(2)}$. Показаны центральные срезы в сагиттальной, фронтальной и аксиальной проекциях. Кроме того, для метода GRAPPA показаны соответствующие карты коэффициента g .
Параметры визуализации: томограф MAGNETOM Skyra 3 Тл, 20-канальная матричная катушка для головы и шеи, ИП 3D FLASH, алгоритм реконструкции GRAPPA с дополнительным референтным сканом, матрица $32 \times 32 \times 32$, TE/TR 4,3 мс/16 мс, FA 35° , поле обзора $256 \times 208 \times 204 \text{ мм}^3$, матрица $256 \times 168 \times 144$; коэффициент частичного преобразования Фурье 7/8, общее время сканирования 1 мин 40 с ($af=4$) и 1 мин 16 с ($af=5$).

методом 2D-CAIPIRINHA $1 \times 5^{(2)}$ (7C) вполне сравнима с таковой стандартного метода получения данных при $af=4$ (2×2), представленного на рис. (7A). Хотя схемы 2D-CAIPIRINHA в целом представляются менее зависящими от действий конкретного оператора и от степени оптимальности позиционирования пациента, задача автоматического определения оптимальной схемы для конкретной конфигурации исследования остается сложной, и ее надежного решения пока не найдено.

Заключение

Во всех современных методах параллельной визуализации артефакты

наложения, связанные со получением данных при меньшей частоте выборки, удаляются с помощью специального алгоритма реконструкции изображений ПМРТ. Принцип CAIPIRINHA рассчитан на то, чтобы изменить вид артефактов наложения уже во время получения данных, что должно улучшить последующую параллельную реконструкцию изображений. Этот принцип уже успешно применяли для одновременной многосрезовой визуализации (метод MS-CAIPIRINHA) и трехмерной визуализации (метод 2D-CAIPIRINHA).

Метод MS-CAIPIRINHA

Наложение при одновременном многосрезовом получении данных можно изменить уже в процессе получения

данных, применяя для последовательных линий фазового кодирования чередующиеся РЧ-импульсы, что позволит «пометить» отдельные срезы отдельными фазовыми циклами и обеспечить сдвиг срезов друг относительно друга, процесс реконструкции улучшится, и увеличение связанного с коэффициентом g шума будет минимизировано. Таким образом, 4-срезовое возбуждение типа CAIPIRINHA с низкими значениями коэффициента g (близкими к 1) позволяет получать за время, обычно требующееся на получение 1 среза, одновременно 4 среза, без ухудшения отношения сигнал/шум. Недавно метод MS-CAIPIRINHA также был успешно применен для более сложных схем

получения данных, например SSFP [13], EPI [16] и радиальной [17] одновременной многосрезовой визуализации. Однако важно отметить, что многосрезовое возбуждение связано со значительным увеличением поглощения энергии, из-за чего в настоящее время применение этого метода ограничено только умеренным количеством одновременно возбуждаемых срезов и (или) малыми углами наклона. Впрочем, недавно представлен многообещающий принцип снижения РЧ-мощности многополосных импульсов [18]. В связи с этим ожидается, что эффективность метода MS-CAIPIRINHA в ближайшем будущем повысится, что позволит значительно ускорить многие протоколы клинических исследований практически без ущерба для качества изображений.

Метод 2D-CAIPIRINHA

При обычной трехмерной визуализации с ПМРТ-ускорением уменьшение объема данных проводят в двух пространственных измерениях одновременно, снижая частоту выборки в каждом направлении фазового коди-

рования на целочисленные коэффициенты. Хотя изменения чувствительности можно задействовать в двух пространственных направлениях, такая стратегия получения выборки приводит к неоптимальным характеристикам кодирования. Метод 2D-CAIPIRINHA, аналогично методу MS-CAIPIRINHA, изменяет наложение контролируемым образом уже во время получения данных. Для этого положения выборки в двумерной схеме фазового кодирования сдвигают друг относительно друга. Таким образом, при определенных показателях ускорения визуализации можно подобрать оптимальную схему выборки, которая сведет к минимуму перекрытие сигналов и одновременно с этим позволит эффективно задействовать все изменения чувствительности матрицы катушек в плоскости двумерного фазового кодирования. Таким образом, метод 2D-CAIPIRINHA при определенной конфигурации катушек и форме объекта обеспечивает оптимальное выполнение реконструкции, и тем самым способствует достижению оптимального качества реконструкции изображений.

Благодарности

Авторы благодарят Даниэля Нойманна из научно-исследовательского центра Magnetic Resonance Bavaria (MRB) (Вюрцбург, Германия) и Даниэля Штеба из университетской больницы Института диагностической радиологии (Вюрцбург, Германия) за предоставление материалов. Кроме того, авторы весьма благодарны за постоянную поддержку коллегам из Сектора здравоохранения компании «Сименс», в частности Штефану Канненгиссеру, Доминику Никелю, Бертольду Киферу, Матиасу Ниттке, Владимиру Йеллюсу и Рэндаллу Крёкеру.

Список литературы

- 1 Pruessmann KP, Weiger M, Scheidegger B, Boesiger P. SENSE: sensitivity encoding for fast MRI. *Magn Reson Med* 1999; 42:952—962.
- 2 Griswold MA, Jakob PM, Heidemann RM, Nittka M, Jellus V, Wang J, Kiefer B, Haase A. Generalized Autocalibrating Partially Parallel Acquisitions (GRAPPA). *Magn Reson Med* 2002; 47:1202—1210.
- 3 Weiger M, Pruessmann KP, Boesiger P. 2D SENSE for faster 3D MRI. *MAGMA*. 2002 Mar; 14(1):10—9.
- 4 Larkman DJ, Hajnal JV, Herlihy AH, Coutts GA, Young IR, Ehnholm G. Use of multicoil arrays for separation of signal from multiple slices simultaneously excited. *J Magn Reson Imaging*. 2001 Feb; 13(2):313—7.
- 5 Breuer FA, Kannengisser SA, Blaimer M, Seiberlich N, Jakob PM, Griswold MA. General formulation for quantitative G-factor calculation in GRAPPA reconstructions. *Magn Reson Med*. 2009 Sep; 62(3):739—46.
- 6 Breuer FA, Blaimer M, Heidemann RM, Mueller MF, Griswold MA, Jakob PM. Controlled Aliasing in Parallel Imaging Results in Higher Acceleration (CAIP-IRINHA) for Multislice Imaging. *Magn Reson Med* 2005; 53:684—691.
- 7 Breuer FA, Blaimer M, Mueller MF, Seiberlich N, Heidemann RM, Griswold MA, Jakob PM. Controlled aliasing in volumetric parallel imaging (2D CAIPIRINHA). *Magn Reson Med*. 2006 Mar; 55(3):549—56.
- 8 Breuer FA, Moriguchi H, Seiberlich N, Blaimer M, Jakob PM, Duerk JL, Griswold MA. Zigzag sampling for improved parallel imaging. *Magn Reson Med*. 2008 Aug; 60(2):474—8.
- 9 Blaimer M, Breuer FA, Seiberlich N, Mueller MF, Heidemann RM, Jellus V, Wiggins G, Wald LL, Griswold MA, Jakob PM. Accelerated volumetric MRI with a SENSE/GRAPPA combination. *J Magn Reson Imaging*. 2006 Aug; 24(2):444—50.
- 10 Muller S. Simultaneous multislice imaging (SIMUSIM) for improved cardiac imaging. *Magn Reson Med*. 1989 Apr; 10(1):145—55.
- 11 Glover GH. Phase-offset multiplanar (POMP) volume imaging: a new technique. *J Magn Reson Imaging*. 1991 Jul-Aug; 1(4):457—61.
- 12 Souza SP, Szumowski J, Dumoulin CL, Plewes DP, Glover G. SIMA: simultaneous multislice acquisition of MR images by Hadamard-encoded excitation. *J Comput Assist Tomogr*. 1988 Nov-Dec; 12(6): 1026—30.
- 13 Stäb D, Ritter CO, Breuer FA, Weng AM, Hahn D, Köstler H. CAIPIRINHA accelerated SSFP imaging. *Magn Reson Med*. 2011 Jan; 65(1):157—64.
- 14 Willis NP and Bresler Y. Optimal scan design for time varying tomographic imaging (II): Efficient design and experimental validation. *IEEE Trans. Image Processing*, 1995 May; 4: 654—666.
- 15 Wu B, Millane RP, Watts R, Bones PJ. Improved matrix inversion in image plane parallel MRI. *Magn Reson Imaging*. 2009 Sep; 27(7):942—53.
- 16 Setsompop K, Gagoski BA, Polimeni JR, Witzel T, Wedeen VJ, Wald LL. Blipped-controlled aliasing in parallel imaging for simultaneous multislice Echo Planar Imaging with reduced g-factor penalty. *Magn Reson Med*. 2011 Aug 19.
- 17 Yutzy SR, Seiberlich N, Duerk JL, Griswold MA. Improvements in multislice parallel imaging using radial CAIPIRINHA. *Magn Reson Med*. 2011 Jun; 65(6):1630—7.
- 18 Norris DG, Koopmans PJ, Boyacıoğlu R, Barth M. Power independent of number of slices radiofrequency pulses for low-power simultaneous multislice excitation. *Magn Reson Med*. 2011 Nov; 66(5):1234—40.

Контактные данные

Д-р Феликс Бройер (Felix Breuer)
Research Center
Magnetic Resonance Bavaria e.V (MRB)
sAm Hubland
97074 Würzburg
Germany
Тел.: +49 (0) 931 318 3060
Факс: +49 (0) 931 318 4680
breuer@mr-bavaria.de

syngo WARP — методы подавления артефактов от металла в магнитно-резонансной томографии

Тереза Бахшмидт (Theresa Bachschmidt), Фердинанд Липпс (Ferdinand Lipps), Матиас Ниттка (Mathias Nittka)

Сектор здравоохранения компании «Сименс», Эрланген, Германия

WARP — это совокупность методов, призванных свести к минимуму влияние металлических имплантов на качество изображений.

Задачи

Металлы сильно отличаются от тканей по показателям восприимчивости. При МРТ-исследовании пациента с металлическими имплантами статическое магнитное поле вокруг них подвергается влиянию мощных локальных внерезонансных эффектов, вызванных этими имплантами. Степень искажения поля зависит от формы, расположения и характеристик материала металлического имплантата.

Проявления искажений статического магнитного поля

- Внутривоксельное дефазирование: «выпадения» сигнала, ведущие к появлению черных участков на изображениях.
- Изменения контрастности тканей: отсутствие воздействия импульсов насыщения и подавления сигнала от жира.

- Искажения в плоскости сканирования: локальное смещение поля приводит к сдвигу пикселей изображения в направлении кодирования для считывания (т. е. частотного кодирования).

- Искажения в поперечной плоскости: локальное смещение поля приводит к изгибанию и искажению формы срезов вместо ожидаемых ровных плоскостей визуализации (рис. 1).

Поскольку искажения в плоскости сканирования и в поперечной плоскости приводят к сдвигу пикселей изображений относительно их реальных положений, геометрия изображений выглядит нарушенной. В обоих случаях области с серьезными изменениями поля приводят к «выпадениям» сигнала, проявляющимся в виде черных пятен, и «накоплениям» сигнала — ярким пятнам. Впрочем, имеет смысл учитывать различия между артефактами в плоскости сканирования и в поперечной плоскости, поскольку для их подавления необходимы разные технологии.

Способы подавления артефактов от металла

Для сканирования пациентов с металлическими имплантами чаще всего используются импульсные последовательности из категории «(турбо) спин-эхо» благодаря их высокой устойчивости к дефазированию сигнала, вызванному локальными внерезонансными эффектами. Ниже рассказано о трех способах подавления артефактов от металла, показавших перспективные результаты в клинической практике. На рис. 2 показано их воздействие при сканировании *in-vivo* по сравнению с визуализацией с помощью стандартных протоколов. Хотя существуют и другие способы, их применение часто ограничено слишком длительным временем сканирования или особыми требованиями к оборудованию.

Параметры ИП с широкой полосой пропускания

Базовые параметры сбора данных корректируются для получения так называемых параметров с широкой полосой пропускания, чтобы сделать импульсную последовательность менее чувствительной к искажениям поля.

Действия

Увеличение полосы пропускания для возбуждающего импульса и для считывания сигнала.

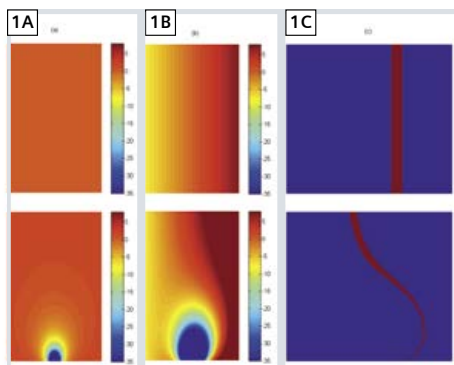
Результаты

ИП с широкой полосой пропускания уменьшает искажения профиля среза в поперечной плоскости. Это проявляется в уменьшении варьирования видимой толщины среза, т. е. в сокращении количества «выпадения» и «накопления» сигнала по сравнению со стандартными протоколами с узкой полосой пропускания.

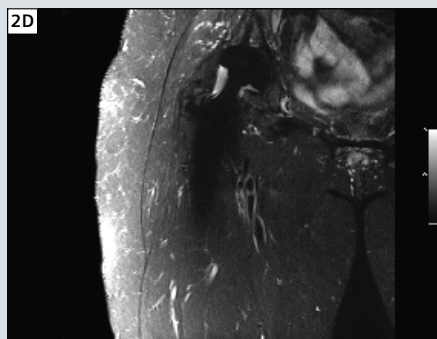
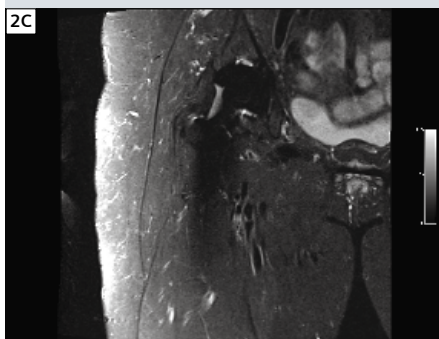
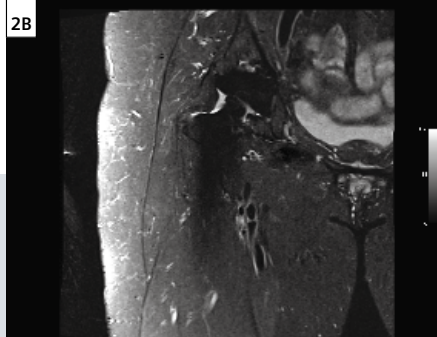
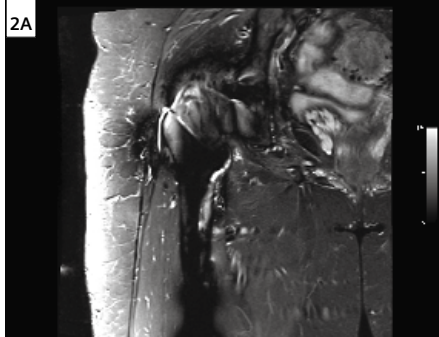
Широкая полоса пропускания при считывании помогает справиться с искажениями в плоскости: за счет этого снижается внутривоксельное дефазирование сигнала и геометрический сдвиг в направлении кодирования при считывании. В результате этого в изображении сокращается количество «выпадения» и «накопления» сигнала, связанных с искажениями в плоскости сканирования.

Визуализация имплантатов на томографах 3,0 Тл

Существует серьезная разница между МР-томографией с полем 3 Тл и 1,5 Тл. В отличие от обычных случаев клинической визуализации, для пациентов с металлическими имплантами увеличение напряженности поля не всегда влечет за собой повышение качества изображений. Помимо более выраженных проблем с безопасностью, при увеличении напряженности статического поля увеличивается уровень искажений в изображениях, т. е. проявления артефактов на томографах 3 Тл будут больше, чем на томографах 1,5 Тл. К тому же эффективность методов подавления артефактов снижается из-за увеличения ограничений на показатель SAR на томографах 3 Тл.

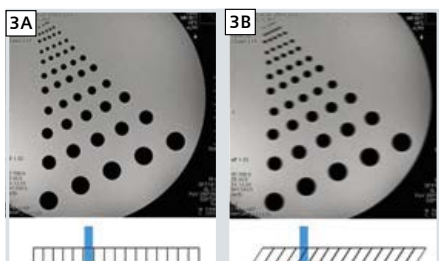


1 Верхний ряд показывает идеальный вариант выбора среза, а нижний — влияние искаженного основного поля на выбор среза: (1А) карта поля B_0 в срезовом направлении; (1В) карта поля B_0 в направлении срезового кодирования с наложенным градиентным магнитным полем для возбуждения; (1С) положение возбужденного среза



2 Сравнение изображений: (2A) стандартный протокол; (2B) широкий диапазон; (2C) VAT*; (2D) SEMAC**

Основным недостатком протоколов с широкой полосой пропускания является снижение соотношения сигнал/шум (SNR) и увеличение удельного коэффициента поглощения (SAR). Последовательности с широкой полосой пропускания предъявляют высокие требования к аппаратным компонентам томографа, в первую очередь к градиентной и РЧ-системам. В конечном итоге мощность РЧ-сигнала при воздействии РЧ-импульсов с широкой полосой пропускания ограничивается влиянием на пациента (показателем SAR). Таким образом, ширина полосы пропускания РЧ-импульсов больше зависит от этих ограничений, а подавление артефактов в плоскости сканирования более эффективно.



3 Нерезкость при применении метода VAT*, вызванная сдвигом среза. (3A) Изображение без использования метода VAT: сигнал от вертикальной структуры (вертикальная голубая линия) хорошо локализуется в пикселе (горизонтальная голубая линия). (3B) Нерезкое изображение при использовании метода VAT: вертикальная структура выглядит «размазанной» по нескольким пикселям

Метод VAT (наклон угла проекции)

VAT — это модифицированная схема сбора данных для ИП, позволяющая компенсировать искажения в плоскости. Ее можно без труда задействовать при использовании ИП «турбо спин-эхо» (TSE).

Действия

Одновременно с обычным считывающим градиентом подается дополнительный считывающий градиент вдоль срезоселективного направления. Его амплитуда равна амплитуде, применяемой при возбуждающем РЧ-импульсе.

Что это означает

Дополнительный градиент вызывает сдвиг визуализируемых пикселей — так, словно срезы наблюдаются под углом. С другой точки зрения VAT-градиент возвращает на место все возбужденные спины в РЧ-диапазоне и точно блокирует все локальные внерезонансные проявления. За счет этого сдвиг пикселей в направлении считывания полностью компенсируется.

Результаты

Коррекция искажений в плоскости сканирования (с большей точностью — в направлении считывания). Впрочем, метод VAT может вызывать нерезкость в изображениях из-за двух отдельных эффектов. Одна из причин — геометрический сдвиг среза, приводящий к размытию краев в направлении сдвига (рис. 3). Этот эффект можно уменьшить, используя тонкие срезы и высокое разрешение. Вторая причина нерезкости — наложение низкочастот-

Магнитно-резонансная томография

ного фильтра на считывание сигнала из-за дополнительного VAT-градиента. Этот эффект можно уменьшить за счет малой продолжительности считывания.

Метод SEMAC (кодирование срезов для поправки на артефакты от металла)

Метод SEMAC основан на импульсной последовательности «двумерное турбо спин-эхо» (2D TSE). При этом вводится дополнительное измерение кодирования, чтобы дать возможность поправки на искажения в поперечной плоскости.

Действия

Для каждого среза применяется дополнительное фазовое кодирование в третьем направлении — практически так же, как при трехмерном сканировании. Это позволяет получить информацию об искажении профиля среза; к примеру, сдвиг сигнала перпендикулярно плоскости изображения можно скорректировать при дополнительной обработке во время реконструкции изображения.

Результаты

Возможность коррекции крупных артефактов в поперечной плоскости, с которыми обычно не удается эффективно справиться с помощью параметров широкой полосы пропускания. В частности, изучается возможность визуализации крупных металлических структур, например полного протеза коленного или тазобедренного сустава. Этот метод занимает очень много времени. Несмотря на использование передовых технологий субдискретизации, например частичного преобразования Фурье и параллельной визуализации, для этого метода сложно добиться приемлемого времени сканирования, которое подошло бы для регулярного применения в клинической практике.

Заявление об отказе от ответственности. МР-томография пациентов с металлическими имплантатами сопряжена с определенным риском. Впрочем, некоторые импланты прошли одобрение государственных регулирующих органов как условно безопасные для МРТ. На такие импланты может не распространяться вышеупомянутое предупреждение. За информацией об условиях возможного МРТ-сканирования обращайтесь к изготовителю имплантата. За условия безопасного МРТ-сканирования отвечает изготовитель имплантата, а не компания «Сименс».

Контактные данные

Mathias Nittka, Ph.D.
Siemens Healthcare
MR PI ORTH
Postbox 32 60
91050 Erlangen
Germany
Тел.: +49 (9131) 84-4460
mathias.nittka@siemens.com

Диффузионно-взвешенная визуализация головного и спинного мозга с помощью последовательности *syngo* RESOLVE¹

Жюльен Коэн-Адад

Электротехнический факультет, Политехнический институт Монреаля (Квебек, Канада),
Центр биомедицинской визуализации А. А. Martinos, Массачусетская больница общего профиля, Гарвардская
медицинская школа, Чарльзтаун, шт. Массачусетс, США

Аннотация

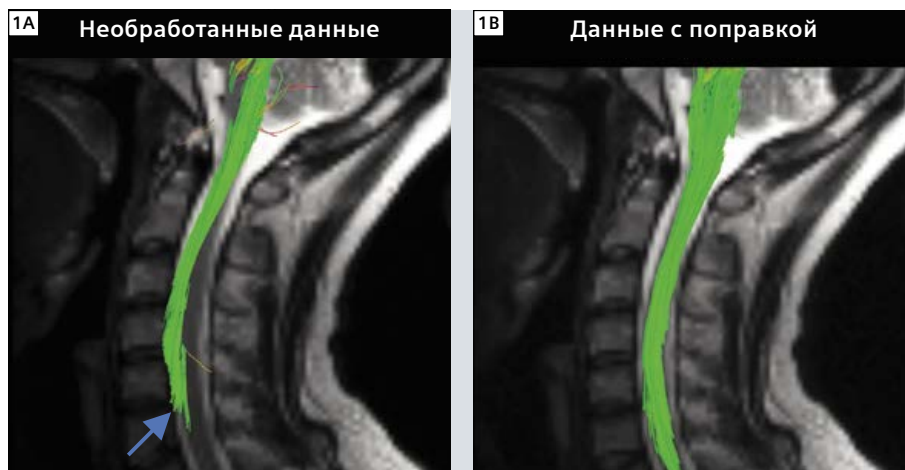
В статье представлены некоторые варианты применения последовательности *syngo* RESOLVE¹, позволяющей проводить диффузионно-взвешенную визуализацию (DWI) с высоким разрешением. Эта последовательность основана на стратегии EPI с сегментированным считыванием, позволяющей свести к минимуму артефакты восприимчивости и T2*-нерезкость. При высококачественной трактографии всего головного мозга и спинного мозга в шейном отделе позвоночника последовательность RESOLVE¹ можно объединить с другими методами получения данных, например с уменьшением поля обзора (FOV) и параллельной визуализацией. Последовательность RESOLVE¹ может представлять определенный интерес для использования

с системами со сверхмощным полем, в которых артефакты, обусловленные восприимчивостью и сниженными значениями T2, проявляются сильнее. Эта последовательность может оказаться полезной в системах с любой напряженностью поля для решения различных клинических задач, при которых необходимо охарактеризовать диффузионные свойства патологических областей, обеспечив на изображениях высокое разрешение и небольшое число артефактов.

1. Введение

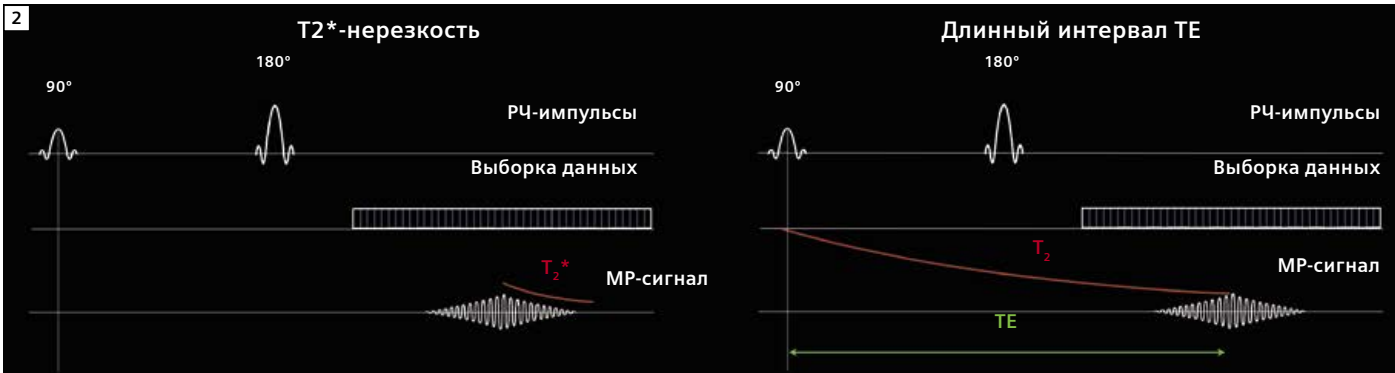
1.1. Диффузионно-взвешенная визуализация
Диффузионно-взвешенная МРТ-визуализация (DWI) позволяет картировать архитектуру белого

вещества в центральной нервной системе путем измерения диффузии воды [11]. При этом методе используют МРТ-последовательности, чувствительные к микроскопическому движению молекул воды, которые в биологических тканях находятся в постоянном движении (броуновское движение). С помощью хорошо известной импульсной последовательности, предложенной Стейскалом и Таннером в 1965 г. [29], можно количественно оценить степень смещения воды в определенном направлении. Эта последовательность состоит из градиентных магнитных импульсов (градиентов кодирования диффузии), подаваемых до и после 180-градусного рефокусирующего радиочастотного (РЧ) импульса. Первый градиентный импульс дефазировывает прецессирующие спины ядер, генерирующие сигнал, регистрируемый МРТ. В теоретическом случае неподвижных молекул второй градиентный импульс полностью рефазировывает спины, поэтому ослабление из-за применения градиентов отсутствует. Впрочем, если молекулы воды во время применения этой пары градиентов будут двигаться, их спины окажутся дефазированы, а сигнал — уменьшен пропорционально величине смещения, что приведет к появлению так называемого диффузионно-взвешенного сигнала. Степень взвешенности сигнала за счет диффузии определяется так называемой *b*-величиной, которая зависит от длительности и амплитуды подаваемых градиентов кодирования диффузии, а также от времени между первым и вторым градиентными импульсами (так называемое время диффузии). Путем применения диффузионных градиентов в различных направлениях (например, 20 направлений, равномерно расположенных на сфере) можно оценить скорость и направ-



1 Трактография у здорового добровольца с наложением на неискаженное анатомическое изображение (быстрое спин-эхо). (1А) Трактография, выполненная на основе необработанных данных (т. е. без поправки). (1В) Трактография на основе того же набора данных, полученная после поправки на искажения по методу обратного градиента [13]. Искажения из-за восприимчивости приводят к появлению на изображении ложного прерывания трактов. Данные получали с помощью стандартной импульсной последовательности EPI со следующими параметрами: сагиттальная ориентация, TR/TE = 4000/86 мс, изотропное разрешение 1,8 мм, коэффициент ускорения R = 2. Трактографию начинали со среза на уровне С1 позвонка.

¹Данный программный пакет ожидает сертификации 510(k) и пока не предлагается к продаже в США и других странах.



2 Слева показано возникновение эффекта T_2^* -нерезкости, обусловленного T_2^* -дефазированием во время заполнения k -пространства (получения необработанных данных). Справа показаны последствия применения длинного интервала TE из-за сочетания градиентов кодирования диффузии и увеличенного интервала выборки данных, что приводит к низкому отношению сигнал/шум.

ление диффузии воды. Например, в чистой воде молекулы диффундируют во всех направлениях равномерно, поэтому такая диффузия называется *изотропной*. В свою очередь, в мезенхимальных структурах, например в белом веществе головного мозга или в мышечной ткани, вода диффундирует главным образом по направлению волокон. В данном случае диффузия *анизотропная* [3].

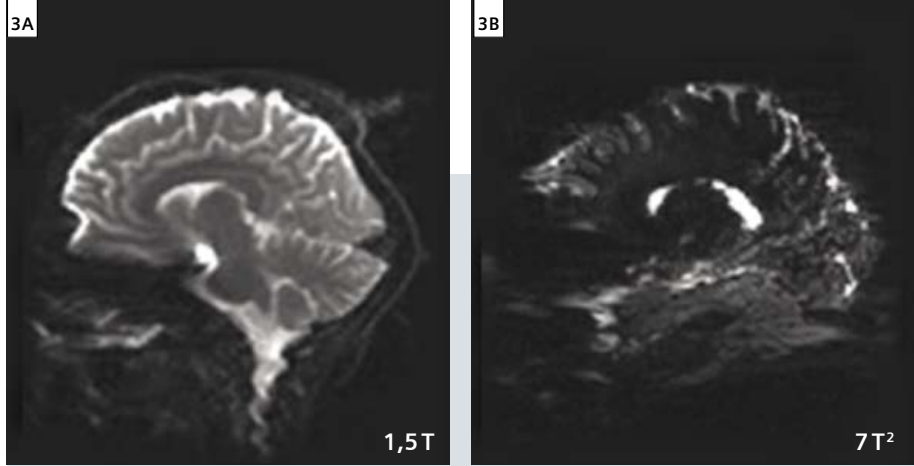
1.2. Картирование тензора диффузии и трактография

После получения набора диффузионно-взвешенных данных можно рассчитать параметрическую модель, отражающую основное направление диффузии для каждого вокселя [2]. Этот тип модели описывается тензором и обычно графически представляется трехмерным эллипсоидом. Метод, получивший название «картирование тензора диффузии» (DTI), позволяет определять такие показатели, как фракционная анизотропия (FA), средняя диффузность, а также осевая и радиальная диффузность. Эти показатели важны, поскольку коррелируют с выраженностью демиелинизации и дегенерации аксонов [28], и поэтому их можно применять для выявления признаков демиелинизации при рассеянном склерозе [26], травмах позвоночника [7] или боковом амиотрофическом склерозе [8]. Смоделировав тензор диффузии, можно, объединяя все расположенные рядом воксели с аналогичными собственными векторами (основной осью тензора диффузии), реконструировать глобальные аксональные пути. Эту процедуру называют трассировкой волокон, или трактографией [18].

Впрочем, необходимо отметить, что реконструированные пучки волокон отражают не *реальные* аксональные тракты, а пути, по которым главным образом диффундирует вода. Таким образом, это позволяет оценить ориентацию аксонов только косвенно. В связи с этим результаты трактографии следует применять с осторожностью, поскольку они могут не отражать реальной траектории аксонов [14]. К примеру, при наличии перекрещивающихся волокон, которые искусственным образом занижают показатель FA и останавливают процесс трассировки, метод может приводить к ложноотрицательным результатам. И наоборот, при наличии волокнистых структур, например рубцовых тканей, в которых диффузия воды также обладает анизотропными свойствами, могут возникнуть ложноположительные результаты [27]. В подобных случаях результаты трассировки волокон могут оказаться диагностически незначимыми. На рис. 1 показан пример необходимости анализировать результаты трактографии с осторожностью; представлен результат исследования у здорового добровольца до и после внесения поправки на артефакты восприимчивости, что может приводить к сильным искажениям в направлении фазового кодирования (в данном примере — в переднезаднем направлении). В необработанных данных (1А) хорошо заметно ложное прерывание трактов, которое можно принять за нарушение целостности трактов белого вещества головного мозга. Впрочем, как можно увидеть по данным с поправкой, это видимое прерывание — лишь результат искажений из-за восприимчивости (1В). Эти данные позволяют сделать

два вывода: (I) перед проведением дальнейшей обработки необходимо тщательно оценить данные изображений; (II) чтобы свести к минимуму искажения из-за восприимчивости, необходимо выбирать наиболее подходящий метод получения данных. В конечном итоге это может снизить необходимость проводить оценку качества, которая в условиях клинической практики часто оказывается невозможна. Это подводит нас к теме следующего раздела — способам подавления артефактов восприимчивости во время получения данных. В этом разделе мы уделим основное внимание артефактам восприимчивости и T_2^* -нерезкости. При диффузионно-взвешенной визуализации возникают и другие артефакты [15], но их рассмотрение выходит за рамки настоящей статьи. ИП «одноимпульсная эхопланарная визуализация» (ss-EPI) — это сверхбыстрая визуализационная импульсная последовательность, позволяющая получить полный срез изображения за один интервал повторения (TR) [16]. Для этой цели градиенты пространственного кодирования быстро воспроизводятся по двум градиентным осям (например, X и Y), чтобы за короткий промежуток времени после возбуждающего РЧ-импульса получить все элементы необработанных данных (k -пространства). Применение считывания EPI непосредственно после возбуждающего импульса позволяет получить изображение в режиме «градиентное эхо». В другом варианте между возбуждением и считыванием EPI можно вставить рефокусирующий РЧ-импульс для получения изображения в режиме «спин-эхо», которое отличается меньшей потерей сигнала

из-за восприимчивости, однако столь же высокой подверженностью искажениям из-за восприимчивости. По одной оси (например, X) подается осцилляционный считывающий градиент, состоящий из серии градиентных импульсов с чередующейся полярностью; каждый из этих градиентных импульсов используется для выборки одной строки k -пространства. По перпендикулярной градиентной оси (например, Y) подается короткий градиент фазового кодирования («блип»), так что каждый считывающий градиент соответствует отдельной строке k -пространства в направлении Y. Хотя получение данных для полной строки k -пространства в направлении считывания происходит очень быстро (примерно за 1 мс), на сбор данных k -пространства в направлении фазового кодирования уходит гораздо больше времени. Например, для матрицы 128×128 заполнение всего k -пространства может занять более 100 мс. За это время в спинах из-за локальных неоднородностей поля B_0 происходит дефазирование. Эти нежелательные неоднородности обычно возникают на границах между структурами с разными свойствами восприимчивости, например между воздухом и тканью или между костью и мышцей. В результате в направлении фазового кодирования накапливаются фазовые погрешности, которые вызывают в реконструированном изображении по этому направлению геометрические искажения. Последовательности EPI быстрые и хорошо подходят для диффузно-взвешенных исследований [31], в которых необходимо получить несколько наборов данных за клинически приемлемое время при низкой чувствительности к фазовым погрешностям, связанным с движением [17]. Впрочем, у одноимпульсной EPI есть и недостаток — то, что эта ИП достаточно чувствительна к геометрическим искажениям, связанным с восприимчивостью. Чтобы подавить артефакты восприимчивости, можно заполнять k -пространство более быстро, так как при этом уменьшается накопление фазовых погрешностей. Для ускорения получения данных можно уменьшить интервал между эхосигналами, который определяется как общее время между подачей двух коротких сигналов фазового кодирования. Для уменьшения интервала между эхосигналами можно: (I) увеличить диапазон



3 Сравнение одноимпульсной EPI при 1,5 Тл (3А) и 7 Тл² (3В).



4 Преимущества снижения времени выборки: (I) уменьшение искажений из-за восприимчивости (меньшее накопление фазовой погрешности); (II) уменьшение T_2^* -нерезкости (ускорение выборки); (III) возможность использовать меньший интервал TE (в связи с более быстрым заполнением k -пространства, что в свою очередь подводит центр окна считывания ближе к импульсу 180°).

считывания; (II) уменьшить количество фазовых строк за счет уменьшения поля обзора (поскольку плотность заполнения k -пространства определяет поле обзора в изображении); (III) объединить несколько наборов данных для k -пространства с уменьшенной частотой выборки (многоимпульсный метод). Помимо артефактов восприимчивости, на изображениях может возникнуть T_2^* -нерезкость, связанная с достаточно длительным заполнением k -пространства, во время которого происходит T_2^* -релаксация (рис. 2, слева). Этот эффект больше заметен в областях с выраженными неоднородностями поля B_0 . Еще один нежелательный эффект длительной выборки — достаточно большое время эхосигнала (TE) (рис. 2, справа). В результате этого амплитуда зарегистрированного сигнала из-за достаточно короткой поперечной релаксации (T_2) в белом веществе будет небольшой (порядка 70 мс при 3 Тл). Этот эффект очень важен, поскольку отношение сигнал/шум пропорционально величине $\exp(-TE/T_2)$, так что даже небольшое (на несколько миллисекунд) увеличение TE может значительно снизить отношение сигнал/шум.

1.3. Артефакты при диффузионно-взвешенной визуализации

Все эти ограничения становятся еще проблематичнее при увеличении напряженности поля, поскольку при этом время T_2 сокращается (около 50 мс при 7 Тл), а добиться однородности поля B_0 еще сложнее, что приводит к повышению уровня артефактов восприимчивости. На рис. 3 показан пример ухудшения качества изображений в мощном поле при использовании стандартного одноимпульсного метода EPI на томографах 1,5 Тл и 7 Тл². Итак, основные проблемы, возникающие при диффузно-взвешенной EPI, следующие:

- **Артефакты восприимчивости**, обусловленные накоплением фазовой погрешности при считывании и приводящие к появлению на изображениях искажений.
- **T_2^* -нерезкость**, возникающая из-за большого интервала выборки данных при считывании и приводящая к расширению функции рассеяния точки и к нерезкости реконструированного изображения.

²Система 7 Тл предназначена только для научных исследований. Она не может применяться в других областях.

■ **Длинный интервал TE**, обусловленный сочетанием градиентов кодирования диффузии и длительного интервала выборки данных и приводящий к снижению отношения сигнал/шум.

Эти три фактора служат основанием снижать время выборки, что позволило бы решить вышеописанные проблемы, как показано на рис. 4.

2. Многоимпульсные методы и последовательность syngo RESOLVE¹

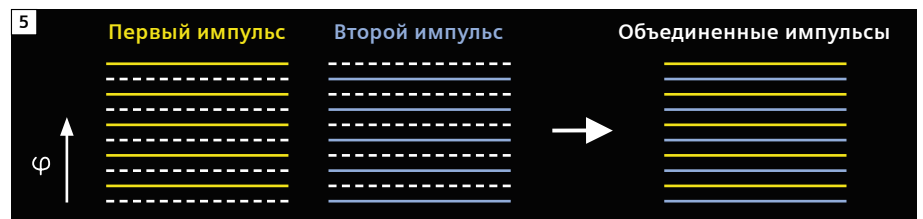
Как описано в предыдущих разделах, уровень артефактов восприимчивости и T2*-нерезкости можно снизить за счет снижения времени выборки (или действующего интервала между эхосигналами). В случае метода EPI это можно сделать, пропуская строки k -пространства в направлении фазового кодирования (так называемый метод EPI с чередованием). Многоимпульсные методы позволяют формировать несколько изображений со сниженной частотой выборки и объединять их для реконструкции полного набора данных для k -пространства. Пример 2-импульсной последовательности EPI с чередованием показан на рис. 5. При этом методе для получения первого изображения заполняют только четные строки k -пространства, а для получения второго — только нечетные. Затем оба набора данных объединяют, получая полный набор данных k -пространства, позволяющий провести реконструкцию изображения. Ключевым моментом здесь является то, что каждый из наборов данных со сниженной частотой выборки получают вдвое быстрее, чем при одноимпульсном методе, что вдвое сокращает действующий интервал между эхосигналами и, следовательно, также вдвое уменьшает искажения. Впрочем, один из недостатков метода EPI с чередованием заключается в том, что общее время получения данных оказывается больше, чем для одноимпульсных методов (поскольку для получения всех данных для формирования изображения необходимо несколько интервалов TR). Еще один недостаток — из-за произвольных или физиологических движений в субнаборах данных могут возникнуть фазовые погрешности, а это может привести к появлению на изображении выраженных теней [6].

Чтобы преодолеть несовпадение между субнаборами данных, можно получать навигаторные эхосигналы, позволяющие отследить фазовые погрешности и скорректировать их перед реконструкцией изображений. Первоначально навигаторные эхосигналы представляли собой одну строку k -пространства, получаемую в центре; эта строка использовалась для применения линейной поправки для фазы в направлении считывания [1, 20]. В дальнейшем были предложены двумерные навигаторные эхосигналы, позволяющие вносить линейную поправку для фазы в направлениях считывания и фазового кодирования [4]. Позже были представлены и нелинейные методы [17], достаточно значимые при диффузно-взвешенной визуализации головного мозга, где пульсация спинномозговой жидкости приводит к эластичному движению головного мозга и вызывает в случае, если это движение возникает во время применения градиентов кодирования диффузии, нелинейные фазовые погрешности. Двумерную нелинейную поправку для фазы проще всего применять в случае, когда каждый импульс при многоимпульсном получении

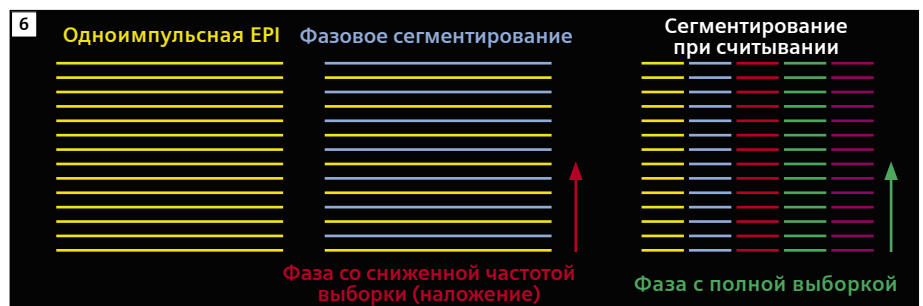
данных используется для выборки смежного набора точек данных из субобласти k -пространства. В этом случае выполняется условие выборки по Найквисту, а фазовая поправка может быть внесена в виде комплексных множителей в пространстве изображения. Схема выборки EPI с чередованием не отвечает этому локальному условию выборки по Найквисту и ведет к получению наложенных сигналов, что осложняет процедуру внесения фазовой поправки.

2.1. Метод EPI с сегментированным считыванием

Альтернативой методу с чередованием является EPI с сегментированным считыванием [25]. При методе EPI с сегментированным считыванием k -пространство в направлении считывания заполняется серией последовательно соединенных сегментов (рис. 6), что соответствует более коротким импульсам считывающего градиента и общему снижению времени считывания EPI. Как и для метода EPI с чередованием, снижение времени считывания ведет к уменьшению уровня искажений, связанных с восприимчивостью.



5 Сегментирование EPI в направлении фазового кодирования (EPI с чередованием). (I) Получение данных для k -пространства с помощью нескольких импульсов при сниженной частоте выборки; (II) объединение данных для всех импульсов; (III) реконструкция изображения. Для каждого импульса используется сниженная частота выборки, что позволяет снизить интервал выборки данных и уменьшить искажения.



6 Схема заполнения k -пространства при получении данных с помощью обычной одноимпульсной EPI (слева), EPI с фазовым сегментированием или чередованием (в середине) и EPI с сегментированием при считывании (справа). При EPI с фазовым сегментированием данные для каждого импульса получают со сниженной частотой выборки в направлении фазового кодирования, что вызывает появление наложения и, следовательно, сложности при внесении поправки на межфазовые погрешности с использованием усовершенствованных двумерных нелинейных методов. Впрочем, при EPI с сегментированием при считывании все линии фазового кодирования получают при каждом импульсе, так что наложения не возникает.

2.2. Диффузионно-взвешенная EPI с сегментированием при считывании

Одно из достоинств EPI с сегментированием при считывании по сравнению с EPI с фазовым сегментированием (или чередованием) заключается в том, что каждый сегмент состоит из области k -пространства с выборкой по Найквисту, хорошо подходящей для применения двумерной нелинейной поправки для фазы, как описано выше. Это свойство схемы выборки EPI с сегментированием при считывании впервые было использовано Портером и др. [24], предложившими для применения в диффузионно-взвешенной визуализации последовательность, показанную на рис. 7. Эта последовательность состоит из визуализационного эхосигнала, используемого для выборки стандартных данных EPI с сегментированием при считывании, и двумерного навигаторного эхосигнала, в котором EPI-считывание с низким разрешением используется для заполнения центра k -пространства при каждом импульсе. Эта последовательность в дальнейшем была изменена, чтобы обеспечить поддержку параллельной визуализации [22] по методу GRAPPA [10]. Это позволило еще больше снизить время считывания и соответственно — уровень артефактов восприимчивости. Полученная последовательность получила сокращенное название RESOLVE¹ (Readout Segmentation Of Long Variable Echo-trains — сегментирование при считывании для длинных переменных эхошлейфов).

2.3. Метод повторного получения данных

В некоторых случаях уровень вызванной движением фазовой погрешности может для надежного внесения фазовой поправки оказаться слишком велик из-за провалов сигнала в навигаторных изображениях. Хотя для уменьшения этих эффектов можно применять методы физиологической синхронизации, они не позволяют справиться со всеми причинами движения и могут существенно увеличить время получения данных. Чтобы избежать остаточных артефактов, связанных с этими случайными предельными фазовыми погрешностями, в последовательности RESOLVE¹ для выявления и повторного сканирования поврежденных считанных сегментов, в которые невозможно надежно внести фазовую поправку, применяется метод повторного полу-



7 Упрощенная импульсная диаграмма последовательности RESOLVE (градиенты не показаны).

чения данных. Этот метод базируется на оригинальном принципе, который был предложен для EPI с чередованием и для одномерных навигаторных эхосигналов [19], однако использует адаптированный алгоритм в реальном времени, оптимизированный для сочетания двумерных навигаторных данных и схемы выборки EPI с сегментированием при считывании [21]. Подробное описание последовательности RESOLVE¹, включая адаптации для параллельной визуализации и повторного получения данных, см. в [23].

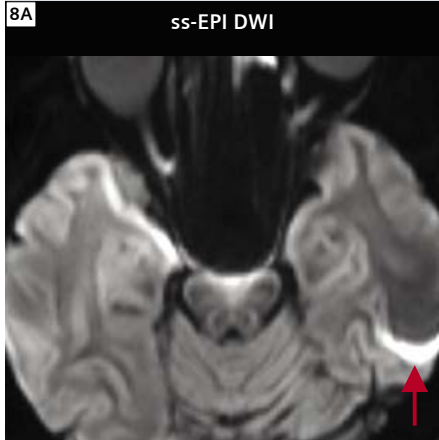
3. Применение последовательности RESOLVE¹

Чтобы проиллюстрировать достоинства последовательности RESOLVE¹, на рис. 8 представлено сравнение обычной одноимпульсной EPI (8A) и последовательности RESOLVE¹ (8B). Параметры получения данных были следующими: RESOLVE: аксиальные срезы, TR 3800 мс, TE 80 мс, 4 NEX, 12 срезов толщиной 4 мм с зазором 0,4 мм, матрица 320 × 256, $b=700$ с/мм² только в направлении срезов (S-I), GRAPPA × 2, 21 сегмент, поле обзора 163 мм, время получения данных 6—7 мин (в зависимости от повторного получения данных). Одноимпульсная EPI: аксиальные срезы, TR 3800 мс, TE 102 мс, 32 NEX, 12 срезов толщиной 4 мм с промежутком 0,4 мм, матрица 192 × 192, $b=700$ с/мм² только в направлении срезов (S-I), GRAPPA × 2, поле обзора 220 мм, время получения данных 2 мин 15 с. Все сканы выполнены на томографе 3 Тл с помощью 32-канальной матричной катушки для головы. Изображения показывают аксиальное усредненное диффузионно-взвешенное изображение, относящееся к нижней области головного мозга, в которой под влиянием пазух носа и полюсов височных долей обычно возникают артефакты восприим-

чивости. На изображении, полученном методом одноимпульсной EPI, выявляются выраженные артефакты восприимчивости, проявляющиеся искажениями изображения и сигнала. Например, в височной области видны не только искажения изображения вдоль направления фазового кодирования (переднезаднего), но и увеличение интенсивности сигнала, вызванное наложением искаженных вокселей (стрелка). Это ложное усиление сигнала может быть ошибочно принято за патологию. В свою очередь, на изображении, полученном с помощью последовательности RESOLVE¹, в той же области заметно значительное уменьшение данного артефакта восприимчивости. Кроме того, можно отметить общую нерезкость изображения, полученного с помощью одноимпульсной EPI, вызванную достаточно длительным заполнением k -пространства по сравнению со временем затухания $T2^*$. Снижение времени выборки сокращает и эту $T2^*$ -нерезкость, что можно увидеть на изображении, полученном с помощью последовательности RESOLVE¹, где изображение выглядит более резким, позволяя точнее определить контуры белого и серого вещества.

3.1. Сканирование всего головного мозга с разрешением 1 × 1 × 1 мм на томографе 7 Тл

С помощью последовательности RESOLVE¹ можно получать изображения с высоким разрешением без значительного увеличения выраженности артефактов восприимчивости и $T2^*$ -нерезкости, которые возникли бы в случае применения одноимпульсной EPI. В одном из исследований на томографе 7 Тл эту последовательность применяли для диффузно-взвешенной визуализации всего головного мозга при разрешении 1 × 1 × 1 мм [12]. Это исследование проведено на томографе для всего тела (MAGNETOM 7T²,



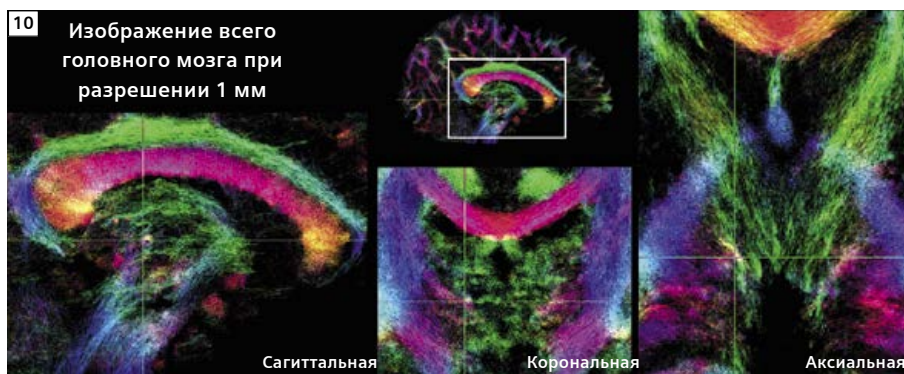
8 Сравнение стандартной одноимпульсной последовательности EPI (8A) и последовательности syngo RESOLVE¹ (8B). На изображении, полученном с помощью ИП RESOLVE¹, отмечается существенно меньшее число искажений из-за восприимчивости. Например, в височной области при использовании одноимпульсной EPI видны не только искажения на изображении вдоль направления фазового кодирования (переднезаднего), но и увеличение интенсивности сигнала, вызванное наложением искаженных вокселей (стрелка). Повышение резкости изображения, полученного с помощью ИП RESOLVE¹, также сопровождается ускорением процесса выборки данных (благодаря уменьшению T2*-нерезкости). Изображения предоставил проф. Наганав, Медицинская школа Университета Нагоя, Япония.

Сектор здравоохранения компании «Сименс», Эрланген, Германия) с помощью 24-канальной приемной РЧ-катушки (компания Nova Medical, Уилмингтон, шт. Массачусетс, США). Параметры получения данных были следующими: 104 аксиальных среза,

матрица 220 × 220, поле обзора 220 мм, толщина среза 1 мм (без промежутков), TR 7500 мс, TE 76 мс, 7 считываемых сегментов, 30 диффузно-взвешенных направлений при b-величине 1000 с/мм², время получения данных 78 мин. Диффузно-взвешенные изображения



9 Диффузионная визуализация с изотропным разрешением 1 мм позволяет достичь высокой угловой разрешающей способности. (9A) Трактография во фронтальной проекции с центром в передней части двигательной коры в области изображения сечения мозолистого тела (CC), верхнего продольного пучка (SLF) и лучистого венца (CR). (9B) Пересечение основных путей можно наблюдать с помощью функции распределения ориентации волокон (ODF). (9C) С помощью трактографии удалось получить изображения сечения CC (розовый цвет) и CR (голубой цвет). Изображения предоставили д-р Робин Гайдеманн и д-р Альфред Анвандер, Институт им. Макса Планка, Лейпциг, Германия.



10 Изображение с трассировкой плотности с разрешением 200 мкм. На изображении видны мелкие детали структуры таламуса. Изображение предоставили д-р Робин Гайдеманн и д-р Альфред Анвандер, Институт им. Макса Планка, Лейпциг, Германия.

Магнитно-резонансная томография

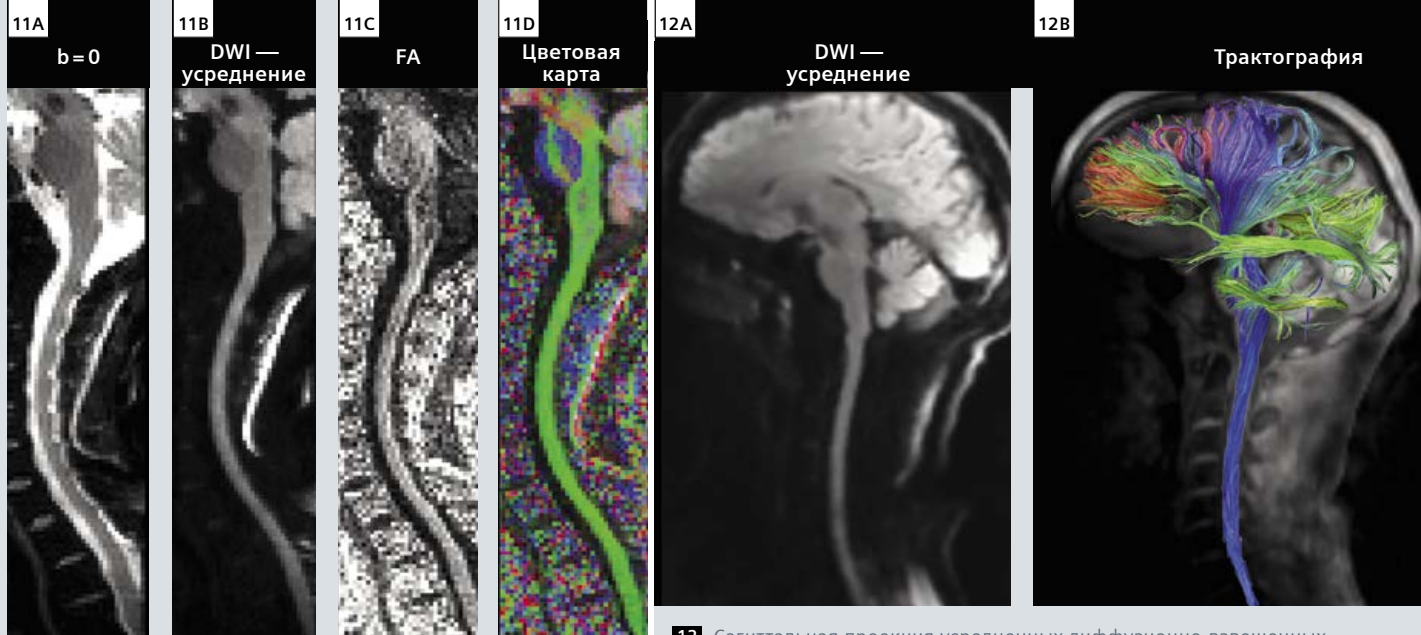
были отфильтрованы с помощью двух-этапной комбинированной процедуры восстановления изображений, скорректированы в отношении движения пациента и совмещены с T1-взвешенным анатомическим изображением (с разрешением 1 мм) для того же пациента. Для каждого вокселя путем ограниченной сферической деконволюции моделировали различные ориентации волокон [30], после чего с помощью программного пакета MRtrix (<http://www.brain.org.au/software>) проводили трассировку волокон для всего головного мозга³.

На рис. 9 показаны результаты применения функции распределения ориентации волокон (ODF) и трактографии с центром в передней части двигательной коры. Пространственная согласованность ODF для волокон подерживает высокое отношение сигнал/шум в этих данных (рис. 9B). Трактография позволила успешно получить изображения сечения мозолистого тела (CC, розовый цвет), лучистого венца (CR, голубой цвет) и верхнего продольного пучка (SLF, зеленый цвет, траектории не показаны). Те же данные были обработаны по методу визуализации плотности траекторий [5], позволяющему реконструировать пучки волокон с разрешением 200 мкм. На рис. 10 показаны результаты в трех ориентациях, на основе которых можно оценить изотропное разрешение 1 мм. Проекция были центрированы по таламусу. Сверхвысокое разрешение в сочетании с высоким отношением сигнал/шум и низким уровнем артефактов восприимчивости позволило обеспечить беспрецедентный уровень детализации данных об анатомической организации таламуса. Способность данной ИП обеспечить полный охват головного мозга при изотропном разрешении 1 мм дает возможность реконструировать изображения с трассировкой плотности во всем головном мозге без отклонений ориентации.

3.2. DTI-исследование спинного мозга на томографе 3 Тл

Еще одна перспективная область применения ИП RESOLVE — это исследования спинного мозга. Картирование тензора диффузии (DTI) для спинного мозга является достаточно сложной задачей

³Пакет MRtrix не является продукцией Сектора здравоохранения компании «Сименс». Компания «Сименс» не несет ответственности за этот пакет, в том числе за его соответствие нормативным требованиям. Дополнительную информацию об этом пакете см. на указанном веб-сайте.



11 Шейный отдел позвоночника человека. Изотропное разрешение 1,7 мм, 3 импульса, $R = 3$, TE 74 мс, ЭКГ-синхронизация, $b = 800 \text{ с/мм}^2$, 30 направлений за 8 мин.

12 Сагиттальная проекция усредненных диффузионно-взвешенных изображений (12А) и трактография волокон с наложением на анатомическое изображение (12В). Искажений практически не наблюдается, что позволяет изучать соединения белого вещества от кортикальных областей до спинного мозга без появления ложных промежутков.

по ряду причин: (I) из-за небольшого сечения спинного мозга, требующего высокого пространственного разрешения, что при стандартном времени визуализации приводит к снижению отношения сигнал/шум; (II) из-за артефактов восприимчивости, обусловленных неоднородностями магнитного поля в области позвоночника из-за близости тканей с совершенно другими показателями магнитной восприимчивости (мягкие ткани, кости, воздух, хрящевые ткани); (III) из-за физиологического движения, связанного с дыханием, сердцебиением и пульсацией спинномозговой жидкости. Последовательность RESOLVE¹ позволяет достаточно надежно преодолеть два первых затруднения (малый размер и артефакты восприимчивости), поскольку обеспечивает высокое отношение сигнал/шум и позволяет снизить искажения из-за восприимчивости. Последнее затруднение (физиологическое движение) — типичная причина неэффективности применения сегментированных методов; однако нелинейная двумерная фазовая поправка в сочетании со схемой повторного получения данных, применяемой в последовательности RESOLVE¹, способствуют снижению их чувствительности к физиологическому движению. Пример визуализации спинного мозга с помощью последовательности RESOLVE¹ показан на рис. 11. Для дополнительного повышения качества изображений последовательность RESOLVE¹ использовали в режиме параллельной визуализации на основе алгоритма GRAPPA [10], что позво-

лило еще больше подавить артефакты восприимчивости и снизить время TE. Чтобы по максимуму задействовать возможности параллельной визуализации, была применена специализированная 32-канальная катушка для головы и позвоночника, обеспечивающая ускорение вплоть до четырехкратного [9]. Параметры получения данных были следующими: Изотропное разрешение 1,7 мм, ускорение $R = 3$ (iPAT3), TE 74 мс, ЭКГ-синхронизация, $b = 800 \text{ с/мм}^2$, 30 направлений, время получения данных 8 мин. В этой последовательности использовали только 3 импульса (т. е. 3 сегмента на k -пространство), поэтому время получения данных было достаточно небольшим. Хотя на изображении $b = 0$ на уровне каждого межпозвоночного диска все же видны небольшие искажения, при оценке на основе усредненного диффузно-взвешенного изображения, карты фракционной анизотропии (FA) и цветной карты FA они не влияют на визуализацию самого спинного мозга. Обратите внимание на достаточно высокое пространственное разрешение (изотропное разрешение 1,7 мм, объем воксела $4,9 \text{ мм}^3$), достичь которого при визуализации спинного мозга удается редко. Достаточно сложным случаем является исследование, при котором требуется визуализировать весь головной и спинной мозг. В случае, если визуализируется только спинной мозг, сложности из-за неоднородности поля B_0 можно частично преодолеть путем корректировки области шиммирования в рамках длинного параллелепипеда,

в который отлично вписывается позвоночник. Впрочем, когда поле обзора включает в себя и головной, и спинной мозг, найти алгоритму шиммирования подходящие коэффициенты аппроксимации для обеспечения однородности поля B_0 в головном и спинном мозге из-за комплексной геометрии и присутствия целого ряда границ между структурами с разной восприимчивостью (пазухи, височные полюса, ствол мозга, межпозвоночные диски и легкие) становится сложно. Тем не менее, этот тип получения данных достаточно хорошо подходит для применения последовательности RESOLVE¹. Параметры получения изображений были следующими: изотропное разрешение 2,2 мм, матрица 138×104 , TR ~ 15 000 мс (ЭКГ-синхронизация), TE 66 мс, 3 импульса, ускорение $R = 3$, $b = 800 \text{ с/мм}^2$, 30 диффузно-взвешенных направлений, время получения данных 10:45 мин. В изображении дополнительно была внесена поправка на остаточные искажения из-за артефактов восприимчивости в грудной области (из-за близости легких), проводимая методом обратного градиента [13]. Трактографию осуществляли с помощью пакета Diffusion Tool-kit³ (детерминистический алгоритм FACT), а для отображения использовали пакет TrackVis³ (<http://www.trackvis.org/>). Диффузионно-взвешенные изображения затем были совмещены с анатомическим изображением с изотропным разрешением 1 мм (MPRAGE). Результаты (рис. 12) показывают снижение уровня артефактов восприимчивости, что позво-

ляет изучать соединения в головном мозге, мозговом стволе и шейном отделе спинного мозга и между ними.

4. Заключение

Последовательность *synrgo* RESOLVE¹ позволяет получать высококачественные диффузионно-взвешенные изображения благодаря уменьшению артефактов восприимчивости, уменьшению T2*-нерезкости, более короткому интервалу TE (и, следовательно, высокому отношению сигнал/шум) и эффективному внесению поправки на артефакты, вызванные движением. Последовательность RESOLVE оказалась перспективна для проведения трактографии головного и спинного мозга; как известно, при визуализации последнего стандартными методами возникают значительные затруднения, обусловленные артефактами восприимчивости. Последовательность RESOLVE можно использовать в сочетании с другими стратегиями получения данных, например с уменьшенным полем обзора и параллельной визуализацией. Среди потенциальных областей ее применения — изучение архитектуры белого вещества в головном мозге, мозговом стволе и спинном мозге, а также возможность изучения мелких структур, например таламуса и серых ядер. В клинической практике уменьшение выраженности артефактов восприимчивости с помощью последовательности RESOLVE¹ может повысить точность интерпретации нарушений при патологиях белого вещества. Хотя приемлемого качества изображений можно добиться и с помощью обычной одноимпульсной последовательности EPI в случае правильного шиммирования, эффективность этой процедуры в значительной степени зависит от опыта оператора, особенностей организма пациента и исследуемых структур. Поскольку такой разброс по эффективности в клинической практике недопустим, с помощью последовательности RESOLVE¹ можно обеспечить гарантированное получение качественных изображений. Более того, последовательность RESOLVE¹ может оказаться высокоэффективной для исследования у пациентов с металлическими имплантатами, в частности после травм позвоночника, поскольку при этом оценка целостности спинномозговых каналов будет исключительно полезна для прогнозирования состояния пациента.

5. Благодарности

Автор благодарит д-ров Лоренса Уолда, Томаса Витцеля, Кавина Сетсомпопа и Бориса Кайля из Центра биомедицинской визуализации А. А. Martinos, Альфреда Анвандера из Института им. Макса Планка и д-ров Дэвида Портера, Кита Геберляйна, Химаншу Бхата, Робина Гайдемманна и Игнасио Валлинеса из Сектора здравоохранения компании «Сименс». Данное исследование было выполнено при поддержке гранта NIH-P41RR14075 и Национального общества борьбы с рассеянным склерозом (FG 1892A1/1).

³Пакеты Diffusion Toolkit и TrackVis не являются продукцией Сектора здравоохранения компании «Сименс». Компания «Сименс» не несет ответственности за эти пакеты, в том числе за их соответствие нормативным требованиям. Дополнительную информацию об этом программном обеспечении см. на указанном веб-сайте.

¹Данный программный пакет ожидает сертификации 510(k) и пока не предлагается к продаже в США и других странах.

²Система 7 Тл предназначена только для научных исследований. Она не может применяться в других областях.

Список литературы

- Anderson, A.W., Gore, J.C., 1994. Analysis and correction of motion artifacts in diffusion weighted imaging. *Magn Reson Med* 32, 379—387.
- Basser, P.J., Mattiello, J., LeBihan, D., 1994. Estimation of the effective self-diffusion tensor from the NMR spin echo. *J Magn Reson* 103, 247—254.
- Beaulieu, C., 2002. The basis of anisotropic water diffusion in the nervous system — a technical review. *NMR Biomed* 15, 435—455.
- Butts, K., Pauly, J., de Crespiigny, A., Moseley, M., 1997. Isotropic diffusion-weighted and spiral-navigated interleaved EPI for routine imaging of acute stroke. *Magn Reson Med* 38, 741—749.
- Calamante, F., Tournier, J.-D., Jackson, G.D., Connelly, A., 2010. Track-density imaging (TDI): super-resolution white matter imaging using whole-brain track-density mapping. *NeuroImage* 53, 1233—1243.
- Clark, C.A., Barker, G.J., Tofts, P.S., 2000. Improved reduction of motion artifacts in diffusion imaging using navigator echoes and velocity compensation. *J Magn Reson* 142, 358—363.
- Cohen-Adad, J., El Mendili, M.-M., Lehericy, S., Pradat, P.-F., Blanche, S., Rossignol, S., Benali, H., 2011a. Demyelination and degeneration in the injured human spinal cord detected with diffusion and magnetization transfer MRI. *NeuroImage* 55, 1024—1033.
- Cohen-Adad, J., El Mendili, M.M., Morizot-Koutlidis, R., Lehericy, S., Meininger, V., Blanche, S., Rossignol, S., Benali, H., Pradat, P.-F., 2012. Involvement of spinal sensory pathway in ALS and specificity of cord atrophy to lower motor neuron degeneration. *Amyotroph Lateral Scler* doi:10.3109/17482968.2012.701308.
- Cohen-Adad, J., Mareyam, A., Keil, B., Polimeni, J.R., Wald, L.L., 2011b. 32-channel RF coil optimized for brain and cervical spinal cord at 3 T. *Magn Reson Med* 66, 1198—1208.
- Griswold, M.A., Jakob, P.M., Heidemann, R.M., Nittka, M., Jellus, V., Wang, J., Kiefer, B., Haase, A., 2002. Generalized autocalibrating partially parallel acquisitions (GRAPPA). *Magn Reson Med* 47, 1202—1210.
- Hagmann, P., Jonasson, L., Maeder, P., Thiran, J.P., Wedeen, V.J., Meuli, R., 2006. Understanding diffusion MR imaging techniques: from scalar diffusion-weighted imaging to diffusion tensor imaging and beyond. *Radiographics* 26 Suppl 1, S205—223.
- Heidemann, R.M., Porter, D.A., Anwender, A., Feiweier, T., Calamante, F., Tournier, J.-D., Lohmann, G., Meyer, H., Knoesche, T.R., Turner, R., 2011. Whole-Brain, Multi-Shot, Diffusion-Weighted Imaging in Humans at 7T with 1 mm Isotropic

- Resolution. *Proceedings of the 19th Annual Meeting of ISMRM, Montreal, Canada* 541.
- Holland, D., Kuperman, J.M., Dale, A.M., 2010. Efficient correction of inhomogeneous static magnetic field-induced distortion in Echo Planar Imaging. *NeuroImage* 50, 175—183.
- Johansen-Berg, H., Behrens, T.E., 2006. Just pretty pictures? What diffusion tractography can add in clinical neuroscience. *Curr Opin Neurol* 19, 379—385.
- Le Bihan, D., Mangin, J.F., Poupon, C., Clark, C.A., Pappata, S., Molko, N., Chabriat, H., 2001. Diffusion tensor imaging: concepts and applications. *J Magn Reson Imaging* 13, 534—546.
- Mansfield, P., 1977. Multi-planar image formation using NMR spin echoes. *J. Phys. C: Solid State Phys.* 10, L55-58.
- Miller, K.L., Pauly, J.M., 2003. Nonlinear phase correction for navigated diffusion imaging. *Magn Reson Med* 50, 343—353.
- Mori, S., Zhang, J., 2006. Principles of diffusion tensor imaging and its applications to basic neuroscience research. *Neuron* 51, 527—539.
- Nguyen, Q., Clemence, M., Thornton, J., Ordidge, R., 1999. Isotropic diffusion-weighted multishot imaging using automatic reacquisition. *Proceedings of the 7th Annual Meeting of ISMRM, Philadelphia, USA*, 559.
- Ordidge, R.J., Helpert, J.A., Qing, Z.X., Knight, R.A., Nagesh, V., 1994. Correction of motional artifacts in diffusion-weighted MR images using navigator echoes. *Magn Reson Imaging* 12, 455—460.
- Porter, D.A., 2006. 2D-navigator-based re-acquisition for motion artefact suppression in multi-shot, diffusion-weighted imaging. *Proceedings of the 14th Annual Meeting of ISMRM, Seattle, USA*, 1047.
- Porter, D.A., Heidemann, R., 2006. Multi-Shot, Diffusion-Weighted Imaging at 3T using readout-segmented EPI and GRAPPA. *Proceedings of the 14th Annual Meeting of ISMRM, Seattle, USA*, 1046.
- Porter, D.A., Heidemann, R.M., 2009. High resolution diffusion-weighted imaging using readout-segmented echo-planar imaging, parallel imaging and a two-dimensional navigator-based reacquisition. *Magn Reson Med* 62, 468—475.
- Porter, D.A., Mueller, E., 2004. Multi-shot diffusion-weighted EPI with readout mosaic segmentation and 2D navigator correction. *Proceedings of the 12th Annual Meeting of ISMRM, Kyoto, Japan*, 442.
- Robson, M.D., Anderson, A.W., Gore, J.C., 1997. Diffusion-weighted multiple shot echo planar imaging of humans without navigation. *Magn Reson Med* 38, 82—88.
- Schmierer, K., Wheeler-Kingshott, C.A.M., Boulby, P.A., Scaravilli, F., Altmann, D.R., Barker, G.J., Tofts, P.S., Miller, D.H., 2007. Diffusion tensor imaging of post mortem multiple sclerosis brain. *NeuroImage* 35, 467—477.
- Schwartz, E.D., Duda, J., Shumsky, J.S., Cooper, E.T., Gee, J., 2005. Spinal cord diffusion tensor imaging and fiber tracking can identify white matter tract disruption and glial scar orientation following lateral funiculotomy. *J Neurotrauma* 22, 1388—1398.
- Song, S.K., Sun, S.W., Ju, W.K., Lin, S.J., Cross, A.H., Neufeld, A.H., 2003. Diffusion tensor imaging detects and differentiates axon and myelin degeneration in mouse optic nerve after retinal ischemia. *NeuroImage* 20, 1714—1722.
- Stejskal, E.O., Tanner, J.E., 1965. Spin Diffusion Measurements: Spin Echoes in the Presence of a Time-Dependent Field Gradient. *J Chem Phys* 42, 288—292.
- Tournier, J.D., Calamante, F., Connelly, A., 2007. Robust determination of the fibre orientation distribution in diffusion MRI: non-negativity constrained super-resolved spherical deconvolution. *NeuroImage* 35, 1459—1472.
- Turner, R., Le Bihan, D., 1990. Single-shot diffusion imaging at 2.0 Tesla. *J Magn Reson* 86, 445—452.

Контактные данные

Жюльен Коэн-Адад (Julien Cohen-Adad, Ph.D.)
Department of Electrical Engineering
Ecole Polytechnique de Montreal
2900 Edouard-Montpetit Bld.
Montreal, QC, H3T 1J4
Canada (Канада)
Тел.: +1 514-340-4711
Факс: +1 514-340-4611
jcohen@polymtl.ca

Опыт применения системы MAGNETOM Verio 3 Тл при исследованиях позвоночника: достоинства трехмерных импульсных последовательностей и подавление артефактов от металла с помощью *syngo* WARP WIP-package

Д-р Марсель Вольф, M.D.¹; д-р Марк-Андре Вебер, M.D., M.Sc.²

¹Отделение нейрорадиологии, больница Университета Гейдельберга, Германия

²Отделение диагностической и интервенционной радиологии, больница Университета Гейдельберга, Германия

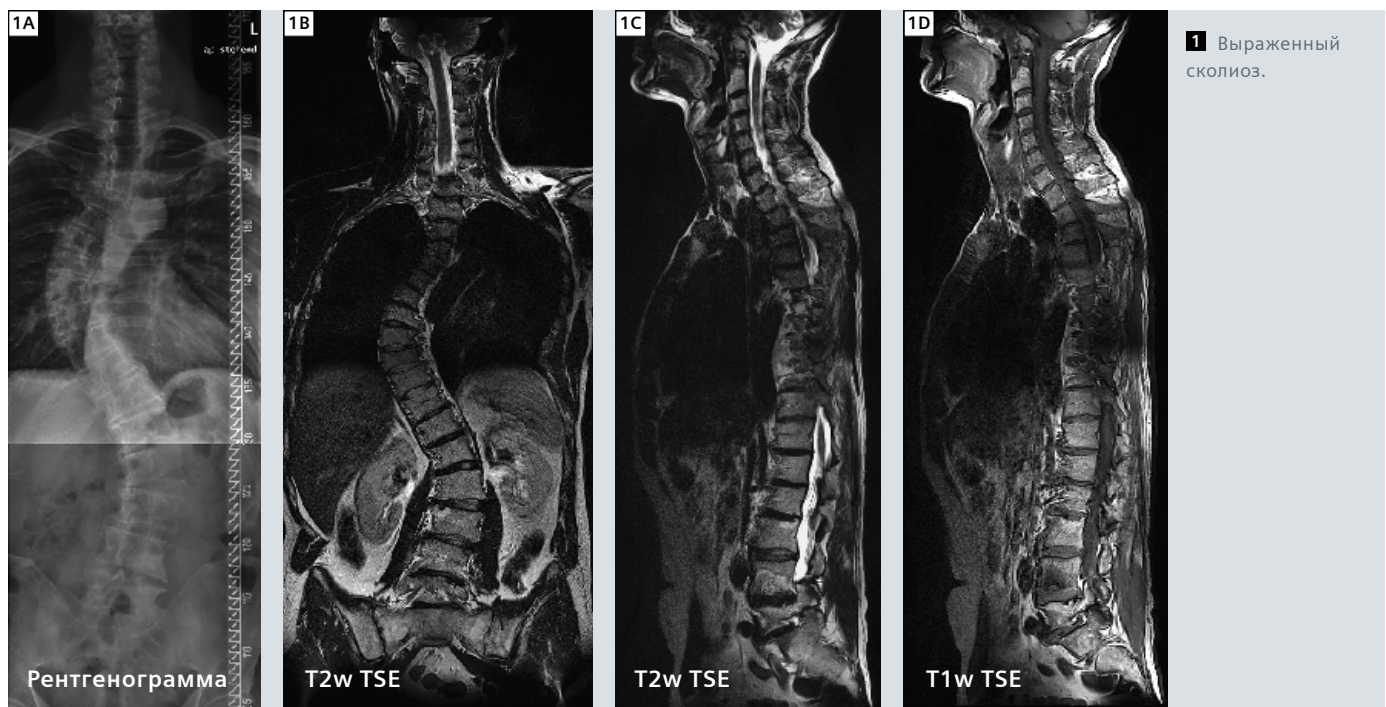
При исследовании позвоночника в посттравматическом периоде или при параплегии к МР-томографу и используемым импульсным последовательностям предъявляются высокие требования. В нашем учреждении, отделении диагностической и интервенционной радиологии, входящем в состав центра ортопедии, травматологии и травм позвоночника, МР-томография позвоночника оказывается в ежедневной практике основным видом исследований. Мы используем систему MAGNETOM Verio 3 Тл, обладающую с точки зрения комфорта пациентов и решения радиологических задач целым рядом преимуществ.

Достоинства томографов с полем 3 Тл, в частности для ортопедических исследований, хорошо известны: повышение отношения сигнал/шум (SNR)

и менее выраженное влияние неоднородности поля В1 на качество изображений позволяют заметно улучшить качество изображений и (или) сократить время сканирования. Для визуализации всего позвоночника за одно исследование необходимы достаточно быстрые протоколы на основе последовательностей с малым временем сбора данных.

Достаточно широкий открытый 70-сантиметровый туннель системы MAGNETOM Verio 3 Тл обеспечивает гибкие возможности позиционирования пациентов, что очень важно при геми- и параплегии, сколиозе, контрактурах и (или) ожирении (рис. 1). Трехмерные импульсные последовательности, например *syngo* SPACE (Sampling Perfection with Application optimized Contrasts using different flip

angle Evolution — последовательность с оптимизированной контрастностью и применением разных углов наклона (рис. 2 и 3) или CISS (визуализация с высоким разрешением в устойчивом состоянии) (рис. 4), позволяют визуализировать тонкие анатомические структуры и проводить реконструкцию во всех направлениях. Достаточно большая часть наших пациентов были подвергнуты хирургическим операциям с артродезом позвонков. Поскольку ортопедические приспособления вызывают при МРТ связанные с металлом артефакты, оценка прилежащих структур может оказаться затруднена. Поэтому для подобных случаев нужны специальные импульсные последовательности, которые были бы нечувствительны или хотя бы менее чувствительны



к изменениям восприимчивости. Как показал наш опыт, использование пакета *syngo WARP**, который в настоящее время находится на стадии разработки, уменьшает проявление артефактов восприимчивости в присутствии ортопедических приспособлений (рис. 5). В настоящей статье рассказано о нашем опыте визуализации позвоночника с использованием трехмерных импульсных последовательностей и продемонстрировано уменьшение артефактов восприимчивости, связанных с металлом, при использовании разрабатываемого в данный момент пакета *syngo WARP**.

Трехмерные ИП

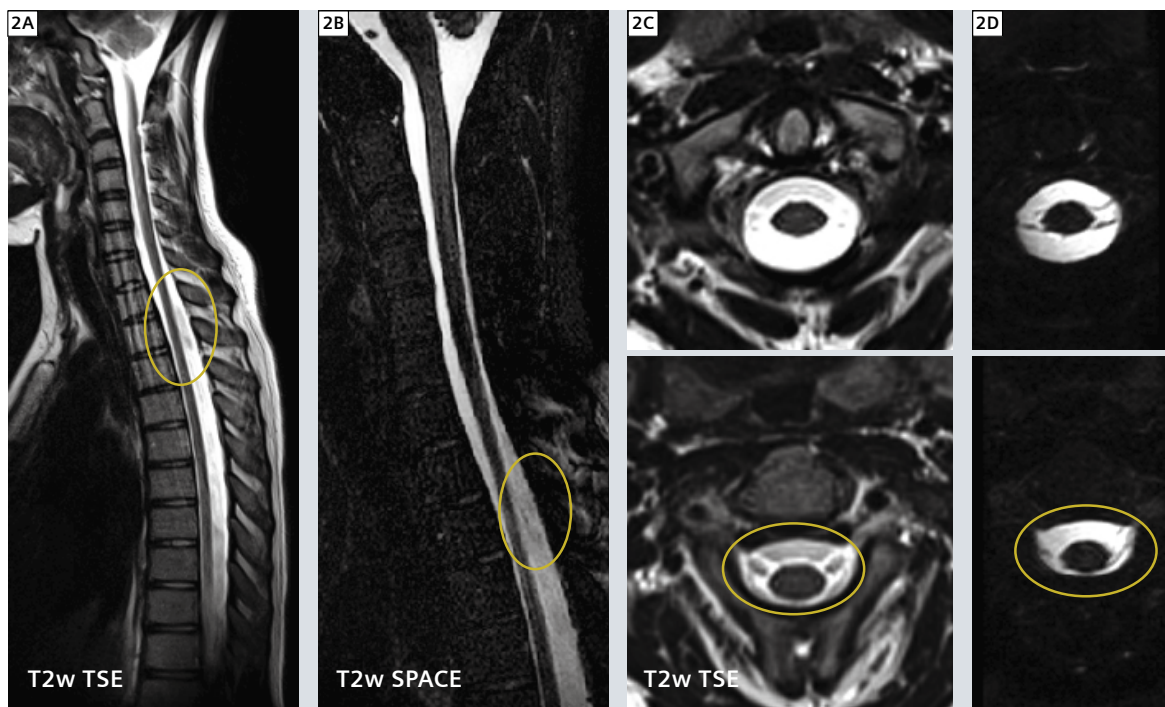
Трехмерные импульсные последовательности (ИП), например *syngo SPACE* (рис. 2 и 3) или *CISS* (рис. 4), позволяют проводить трехмерные реконструкции с высоким разрешением во всех направлениях, а также криволинейные реконструкции. Мы считаем последнюю возможность в случае тяжелого сколиоза особенно полезной, поскольку она позволяет оценить образование расщелин и фиксации на всем протяжении позвоночника, что может приводить к «сплющиванию» спинного мозга, как показано на примере (рис. 3). ИП *SPACE* основана на ИП «турбо спин-эхо», однако быстрее и позволяет получать после возбуждения больше эхо-сигналов.

ИП *syngo SPACE* позволяет уменьшить удельный коэффициент поглощения (показатель SAR). По сравнению с ИП «турбо спин-эхо», ИП *SPACE* хуже контрастность мягких тканей, и к тому же более подвержена артефактам восприимчивости. Впрочем, артефактам пульсации ИП *syngo SPACE* подвержена менее, чем T2-взвешенная ИП TSE (рис. 2). Артефакты пульсации чаще всего возникают в шейном субарахноидальном пространстве из-за движения спинномозговой жидкости. С помощью ИП *syngo SPACE* и *CISS* (рис. 2 и 4) можно определить контуры даже таких тонких анатомических структур, как вентральный и дорсальный нервные корешки.

Подавление артефактов восприимчивости

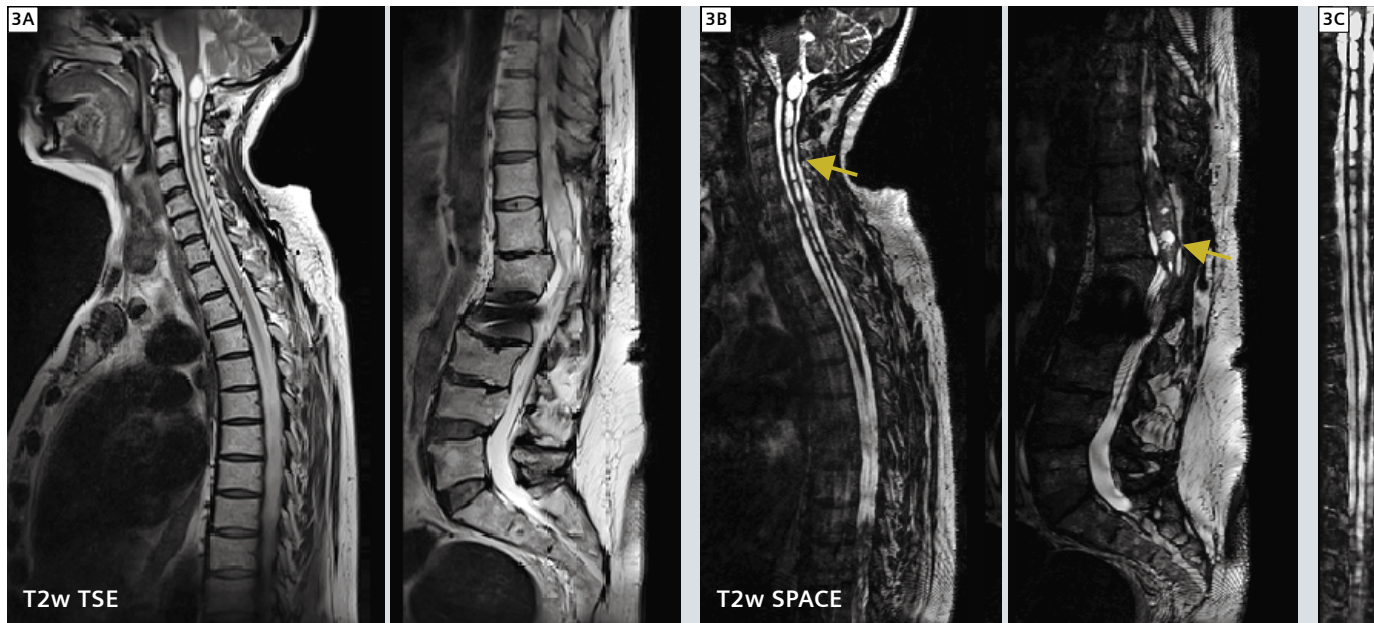
В присутствии металлических имплантатов, например после артротомии позвонков, из-за артефактов, связанных с металлом, может оказаться невозможным оценить состояние прилежащих структур. Степень выраженности артефактов зависит от целого ряда факторов, например от размера и состава имплантата, ориентации имплантата в основном магнитном поле, мощности магнитного поля, типа и параметров импульсной последовательности, а также от других параметров визуализации, например

длины эхо-шлейфа, толщины срезов и размера вокселей. На степень выраженности артефактов восприимчивости значительным образом влияет металлический состав имплантата — например, неферромагнитный титановый сплав вызывает значительно меньше артефактов, чем нержавеющая сталь. Само собой, на степень выраженности артефактов влияет и размер имплантата; имплантаты малого размера вызывают меньше артефактов, чем крупные имплантаты. Необходимо учитывать положение пациента и, соответственно, имплантата в основном магнитном поле (B0), поскольку длинная ось имплантата должна располагаться параллельно основному магнитному полю. Также важен выбор подходящей импульсной последовательности. Вместо последовательностей семейства «градиентное эхо» (GRE) следует использовать последовательности семейства «спин-эхо» (SE). Значительные неоднородности магнитного поля позволяют скорректировать применяемый в ИП семейства SE 180-градусный рефокусирующий импульс. При повышении напряженности магнитного поля артефакты восприимчивости становятся более заметны. Однако при использовании МРТ с мощным полем соответственно более мощных градиентных импульсов усилившиеся эффекты искажения мощных магнитных полей можно уменьшить. Размер вокселя определя-



2 Артефакты пульсации: T2 TSE и T2 *syngo SPACE*.

*Ожидается получение сертификата 510(k). Не предлагается к продаже в США.



3 Посттравматическая сирингомиелия: T2 TSE и T2 syngo SPACE.

ется полем обзора, матрицей изображения и толщиной среза. При меньшем размере вокселя пространственное разрешение увеличивается. Таким образом, использование небольшого поля обзора, матрицы высокого разрешения, тонких срезов и градиентов большой мощности позволяет уменьшить артефакты восприимчивости.

Пример исследования 1

Для МРТ-исследования при тяжелом сколиозе требуются гибкие возможности позиционирования, которые может обеспечить томограф MAGNETOM Verio с 70-сантиметровым туннелем. На рис. 1 представлены полученные у 51-летнего пациента с тяжелым сколиозом рентгенограмма (1А), а также T2-взвешенные (1В, С) и T1-взвешенные (1D) МР-изображения.

Пример исследования 2

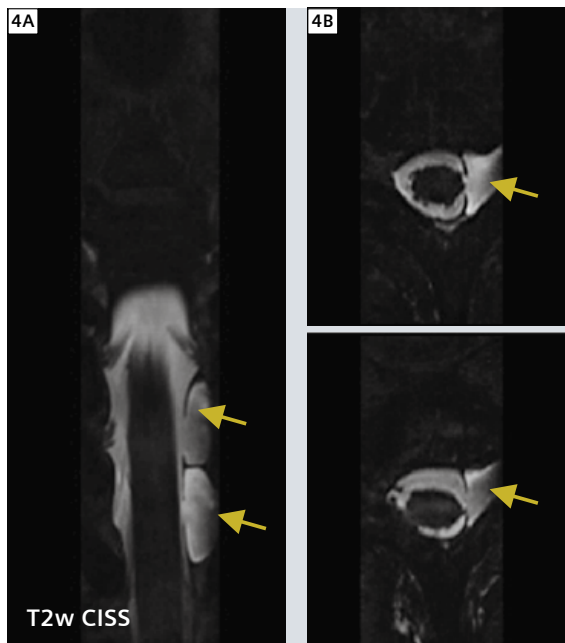
Исследование у 17-летней девушки с жалобами на продолжающиеся 3 года неспецифичные нерадикалярные боли в средней части грудного отдела позвоночника. При МРТ-исследовании патологических изменений не выявлено. По сравнению с TSE-последовательностями, ИП syngo SPACE создает меньше артефактов пульсации в субарахноидальном пространстве и позволяет более четко визуализировать контуры тонких структур, например вентральных и дорсальных

нервных корешков. На рис. 2 сопоставлены артефакты пульсации в субарахноидальном пространстве, полученные при использовании T2-взвешенной ИП TSE (2А) и ИП syngo SPACE (2В). Показано сравнительное изображение контуров нервных корешков, полученных с помощью T2-взвешенной ИП TSE (2С) и ИП syngo SPACE (2D).

Пример исследования 3

Женщина 51 года, 25 лет назад перенесшая травматический перелом тела второго шейного позвонка. После травмы развился паралич нижних конеч-

ностей, причем с течением времени неврологическое поражение прогрессировало и привело к тетраплегии. На рис. 3 представлена МР-томограмма при посттравматической сирингомиелии, восходящей от конуса спинного мозга к продолговатому мозгу, которая и вызвала прогрессирование поражения у пациентки. В отличие от T2-взвешенного TSE-изображения (3А), изображение на основе ИП syngo SPACE (3В) позволяет четко визуализировать арахноидальные спайки (показаны стрелками). Еще одно преимущество трехмерной ИП — возможность провести мультипланарную и криволинейную реконструкции (3С).



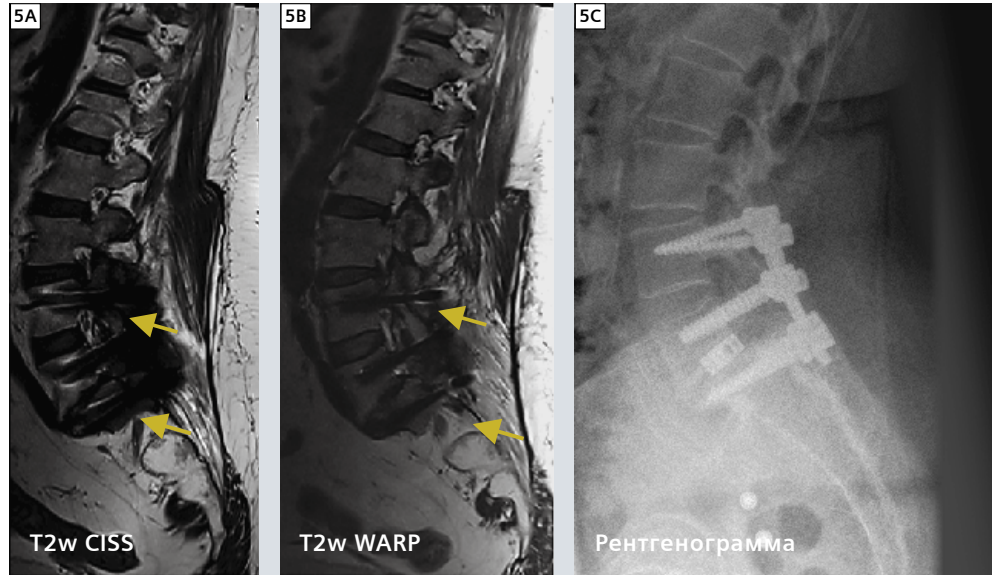
4 Отрыв нервных корешков и изолированное скопление цереброспинальной жидкости в месте отрыва корешка (псевдоменингоцеле): мультипланарная реконструкция для T2-взвешенной ИП CISS.

Пример исследования 4

Мужчина 24 лет с посттравматическим параличом левой руки. На МРТ, проведенной через 3 месяца после травмы, выявлены отрыв нервных корешков С8 и Т1 и связанные с ним псевдоменингоцеле (показаны стрелками). На рис. 4 показаны результаты реконструкции для ИП CISS во фронтальной (4А) и поперечной (4В) плоскостях.

Пример исследования 5

Женщина 55 лет с жалобами на псевдорадикулярные боли в обеих ногах. Пациентке проведены хирургическая имплантация каркасного протеза в пояснично-крестцовой области и артродез позвонков от тела четвертого поясничного позвонка до тела первого крестцового позвонка. Поскольку наличие металлических имплантатов ухудшает качество МРТ, вызывая артефакты, при использовании пакета *syngo WARP**, в настоящее время находящегося на стадии разработки, мы отметили уменьшение артефактов восприимчивости, связанных с металлом. В разрабатываемый пакет *syngo WARP** включен набор модифицированных ИП, предназначенных для уменьшения выраженности артефактов на изображениях с металлическими имплантатами. Основным источником артефактов являются вызванные восприимчивостью изменения в основном магнитном поле ВО вблизи металлических объектов, приводящие к выраженным геометрическим искажениям, изменениям контрастности, а также к появлению участков «наложения» и «провала» сигнала. На рис. 5 показаны обеспечиваемые ИП *syngo WARP* (5В) по сравнению со стандартной ИП TSE (5А) потенциальные возможности подавления артефактов восприимчивости, связанных с металлом.



5 Визуализация металлического имплантата с использованием пакета *syngo WARP**.

Благодарности

Мы благодарим проф. Штефана Хенеля из отделения нейрорадиологии в больнице Университета Гейдельберга (руководитель: проф. Мартин Бендшус) за плодотворное сотрудничество в области визуализации головного мозга и позвоночника.

Заявление об отказе от ответственности.

МР-томография пациентов с металлическими имплантатами сопряжена с определенным риском. Впрочем, некоторые имплантаты прошли одобрение государственных регулирующих органов как условно безопасные для МРТ. На такие имплантаты может не распространяться вышеупомянутое предупреждение. За информацией об условиях возможного МРТ-сканирования обращайтесь к изготовителю имплантата. За условия безопасного МРТ-сканирования отвечает изготовитель имплантата, а не компания «Сименс».

*Ожидается получение сертификата 510(k).

Не предлагается к продаже в США и в других странах.

Список литературы

- 1 Gasparotti R, Ferraresi S, Pinelli L, Crispino M, Pavia M, Bonetti M, Garozzo D, Manara O, Chiesa A. Three-dimensional MR myelography of traumatic injuries of the brachial plexus. *AJNR Am J Neuroradiol.* 1997, 18(9):1733-42.
- 2 Lee MJ, Kim S, Lee SA, Song HT, Huh YM, Kim DH, Han SH, Suh JS: Overcoming artifacts from metallic orthopedic implants at high-field-strength MR imaging and multi-detector CT. *Radiographics* 2007, 27:791—803.
- 3 Lichy MP, Wietek BM, Mugler JP 3rd, Horger W, Menzel M, Anastasiadis A, Siegmann K, Niemeyer T, Königsrainer A, Kiefer B, Schick F, Claussen CD, Schlemmer HP. Magnetic resonance imaging of the body trunk using a single-slab, 3-dimensional, T2-weighted turbo-spin-echo sequence with high sampling efficiency (SPACE) for high spatial resolution imaging: initial clinical experiences. *Invest Radiol.* 2005, 40(12):754—60.



Марк-Андре Вебер, M.D., M.Sc.



Марсель Вольф, M.D.

Контактные данные

Марк-Андре Вебер, M.D., M.Sc.
 Марсель Вольф, M.D.
 Контактные данные
 Марк-Андре Вебер, M.D., M.Sc.
 Профессор радиологии
 Университет Гейдельберга
 Отделение диагностической и интервенционной радиологии
 Im Neuenheimer Feld 110
 69120 Heidelberg
 Germany (Германия)

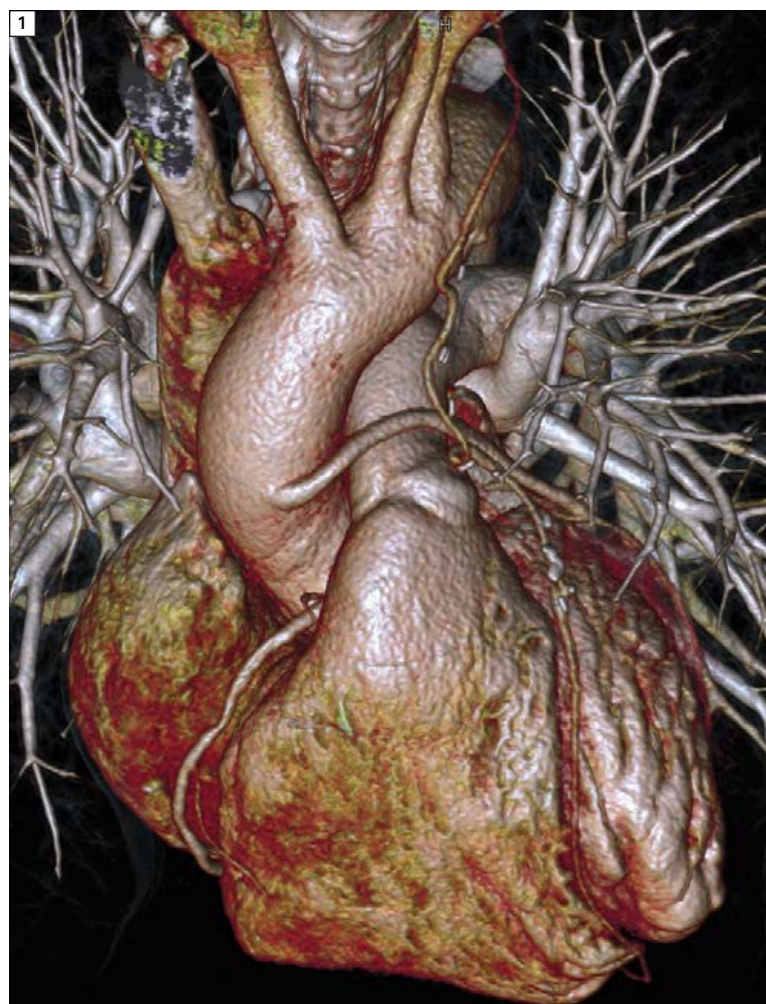
MarcAndre.Weber@med.uni-heidelberg.de
 Марсель Вольф, M.D.
 Штатный специалист по радиологии
 Университет Гейдельберга
 Отделение нейрорадиологии
 Im Neuenheimer Feld 400
 69120 Heidelberg
 Germany (Германия)
 Marcel.Wolf@med.uni-heidelberg.de

Пример исследования 1

Динамическое наблюдение после АКШ путем КТА коронарных сосудов с использованием метода iTRIM

Йингнин Ван, MD, Цзянь Цао, MD, Чжоу Ли, MD

Отделение радиологии Пекинского объединенного медицинского колледжа, Пекин, КНР



АНАМНЕЗ

Мужчина 55-лет, 8 лет назад перенесший операцию арто-каранарного шунтирования, направлен в отделение КТ для динамического наблюдения.

ДИАГНОСТИКА

На КТ-изображениях выявлены два шунта — между левой внутренней маммарной артерией и левой передней нисходящей артерией (LIMA-LAD) и подкожной веной между аортой и первой диагональной артерией (AO-SV-D1). Трансплантат LIMA был оставлен интактным в месте его установки: от подключичной артерии и прикреплен к левой нисходящей артерии (ЛНА), дистальнее места окклюзии (рис. 1, 2 и 4). Трансплантат левой подкожной вены (SVG) был установлен в легочной артерии, и отходил проксимально от передней стенки восходящей аорты. Анастомоз был сформирован к первой диагональной ветви ЛНА, дистальнее стенозированного участка (рис. 1 и 4). Оба трансплантата оставались проходимыми, без признаков стеноза. В оригинальных коронарных артериях были отмечены следующие изменения: легкая степень стеноза, вызванного наличием мягкой бляшки, выявлена в средней части правой коронарной артерии (середина RCA, рис. 3), тяжелый стеноз вследствие наличия мягкой бляшки в левой главной артерии (LMA, рис. 5), окклюзия, вызванная сочетанно мягкой и кальцинированной бляшками, в проксимальной части ЛНА (рис. 5), и тяжелый стеноз вследствие наличия мягкой бляшки в проксимальной части D1 (рис. 5). Огибающая артерия (ОА) была небольшого калибра, но без признаков стеноза (рис. 6).

КОММЕНТАРИИ

В исследованиях с динамическим наблюдением после АКШ, особенно при использовании трансплантатов подкожной вены, провести катетерную ангиографию часто оказывается трудно.

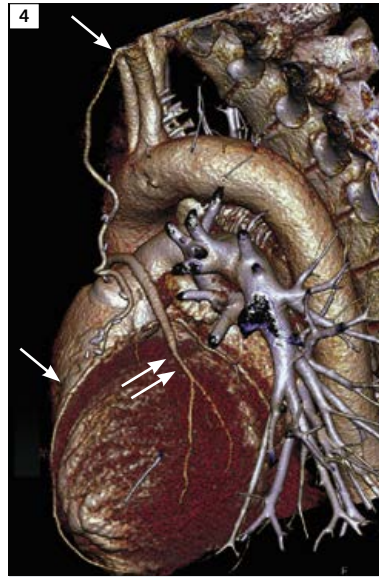
1 На обзорном изображении шунтографии LIMA и SVG, полученном методом VRT-реконструкции, видно, что их проходимость сохранена. Шунт в LIMA в области его отхождения ниже подключичной артерии не изменен (стрелка), и прикреплен к ЛНА артерии (пунктирная стрелка). Трансплантат левой SVG был проведен над легочной артерией и отходит проксимально от передней стенки восходящей аорты. Также визуализируется легкая степень стеноза в середине RCA (стрелка).



2 При криволинейной многоплоскостной реконструкции (MPR) визуализируются шунт в LIMA на всем протяжении и проходимость его анастомоз к ЛНА.



3 При криволинейной многоплоскостной реконструкции (MPR) визуализируется RCA с легкой степенью стеноза, обусловленного мягкой тканевой бляшкой (треугольные стрелки).



4 На изображении, полученном методом VRT-реконструкции, выявляется шунт LIMA на всем протяжении, от проксимального места его отхождения (стрелка) от подключичной артерии до его дистального анастомоза с ЛНА (пунктирная стрелка). Шунт от SVG к D1 (двойные стрелки) проходим.



5 При криволинейной многоплоскостной реконструкции (MPR) визуализируются выраженный стеноз, обусловленный некальцифицированной бляшкой в LM, окклюзия мягкой тканевой и кальцифицированной бляшками в проксимальной части ЛНА и выраженный стеноз некальцифицированной бляшкой в проксимальной части D1



6 При криволинейной многоплоскостной реконструкции (MPR) визуализируется огибающая артерия — просвет её небольшой без признаков стеноза.

С помощью КТ сердца подробно визуализировать ход и состояние шунтов можно как по аксиальным, так и по 3D реконструкциям. Обычно, чтобы избежать артефактов движения, требуется использовать высокое временное разрешение. Для этого применяют сложные технологии, позволяющие ускорить время вращения. Кроме того, для улучшения временного разрешения можно использовать алгоритмы реконструкции изображения, такие как итеративный метод улучшения временного разрешения (iterative Temporal Resolution Improvement Method — iTRIM). Метод iTRIM позволяет повысить временное разрешение на 20%¹, и тем самым улучшить временное разрешение до 192 мс, что позволяет врачу ставить диагноз с большей степенью достоверности.

¹McCollough CH et al. Evaluation of a novel CT image reconstruction algorithm with enhanced temporal resolution, Proc, SPIE 7961, 7961 IN (2011).

ПРОТОКОЛ ИССЛЕДОВАНИЯ

Томограф	SOMATOM Perspective
Область сканирования	Сердце
Длина области сканирования	250 мм
Направление сканирования	Кранио-каудальное
Время сканирования	12 с
Напряжение трубки	130 кВ
Анодный ток	255 мАс (эфф.)
Об. CTDI	28,35 мГр
DIP	877,82 мГр см
Эффективная доза	12,3 мЗв
Время оборота	0,48 с
Питч	0,27
Коллимация срезов	64 × 0,6 мм
Ширина среза	0,75 мм
Временное разрешение	192 мс
Шаг реконструкции	0,5 мм
Ядро реконструкции	V31s
Частота сердечных сокращений пациента	35—53 ударов в минуту
Контраст	
Объем	80 мл (370 мг/мл контрастного средства) + 50 мл физиологического раствора
Скорость введения	5 мл/с
Задержка пуска	23 с

Пример исследования 2

Диагностика двойной внутричерепной аневризмы с использованием нового томографа SOMATOM Perspective

Иоганн Штеффенс, MD

Отделение радиологии, больница Израэлишес Кранкенхаус, Гамбург, Германия

АНАМНЕЗ

Женщина 84 лет с небольшой аневризмой левой внутренней сонной артерии в анамнезе, была госпитализирована по поводу внезапно развившихся птоза и нарушения отведения глаза.

ДИАГНОСТИКА

При КТ-ангиографии выявлена крупная аневризма 2,9 см в диаметре в области сифона правой внутренней сонной артерии (ВСА), сдавливающей верхушку правой глазницы.

В области сифона левой внутренней сонной артерии также выявлена аневризма меньшего размера, диаметром 1 см. Признаков внутричерепного кровотечения не выявлено.

КОММЕНТАРИИ

КТ-ангиография (КТА) позволяет точно и надежно обнаруживать и описывать внутричерепные аневризмы. В данном случае при КТА выявлена недавно развившаяся крупная аневризма сифона правой сонной артерии, сдавливающая структуры верхушки

глазницы и ставшая причиной появления симптомов. Полное изображение области головы и шеи на новом 128-срезовом томографе SOMATOM Perspective было получено всего за 4 секунды. Набор данных КТ можно было четко визуализировать и демонстрировать в любой желаемой плоскости методами VRT-реконструкции (метод объемного рендеринга) или криволинейной MPR-реконструкции (многоплоскостное реформатирование) изображений.

ПРОТОКОЛ ИССЛЕДОВАНИЯ

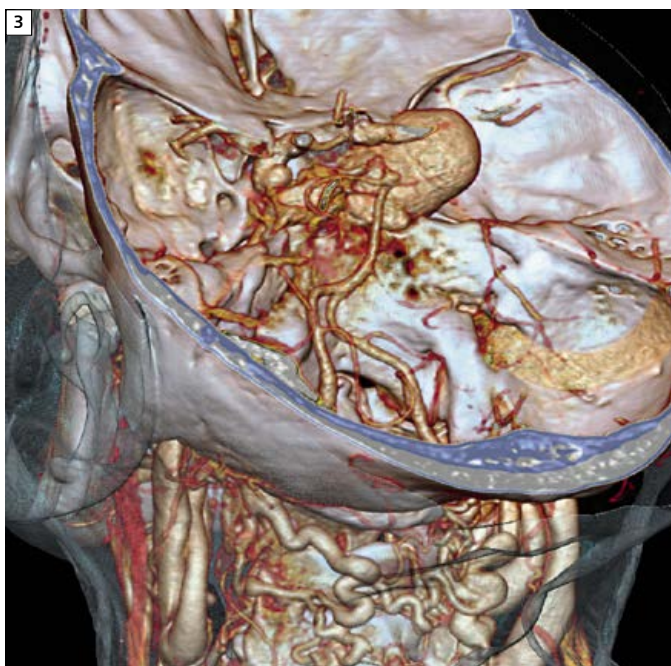
Томограф	SOMATOM Perspective		
Область сканирования	Область головы и шеи	Время оборота	0,6 с
Длина области сканирования	316 мм	Коллимация срезов	64 × 0,6 мм
Направление сканирования	Каудо-краниальное	Ширина среза	0,75 мм
Время сканирования	4 с	Шаг реконструкции	0,4 мм
Напряжение трубки	110 кВ	Ядро реконструкции	130
Анодный ток	68 мАс (эфф.)	Контраст	
CTDI _{vol}	5,08 мГр	Объем	50 мл
DLP	224,45 мГр см	Скорость введения	3 мл/с
Эффективная доза	1,5 мЗв	Задержка пуска	12 с



1 Криволинейное изображение, полученное методом MPR-реконструкции, на котором в области сифона правой ВСА выявляется крупная аневризма.



2 Криволинейное изображение, полученное методом MPR-реконструкции, на котором в области сифона левой ВСА выявляется мелкая аневризма (стрелка).



3 Изображение, полученное методом VRT-реконструкции, на котором в области сифона левой ВСА выявляется мелкая аневризма (стрелка).



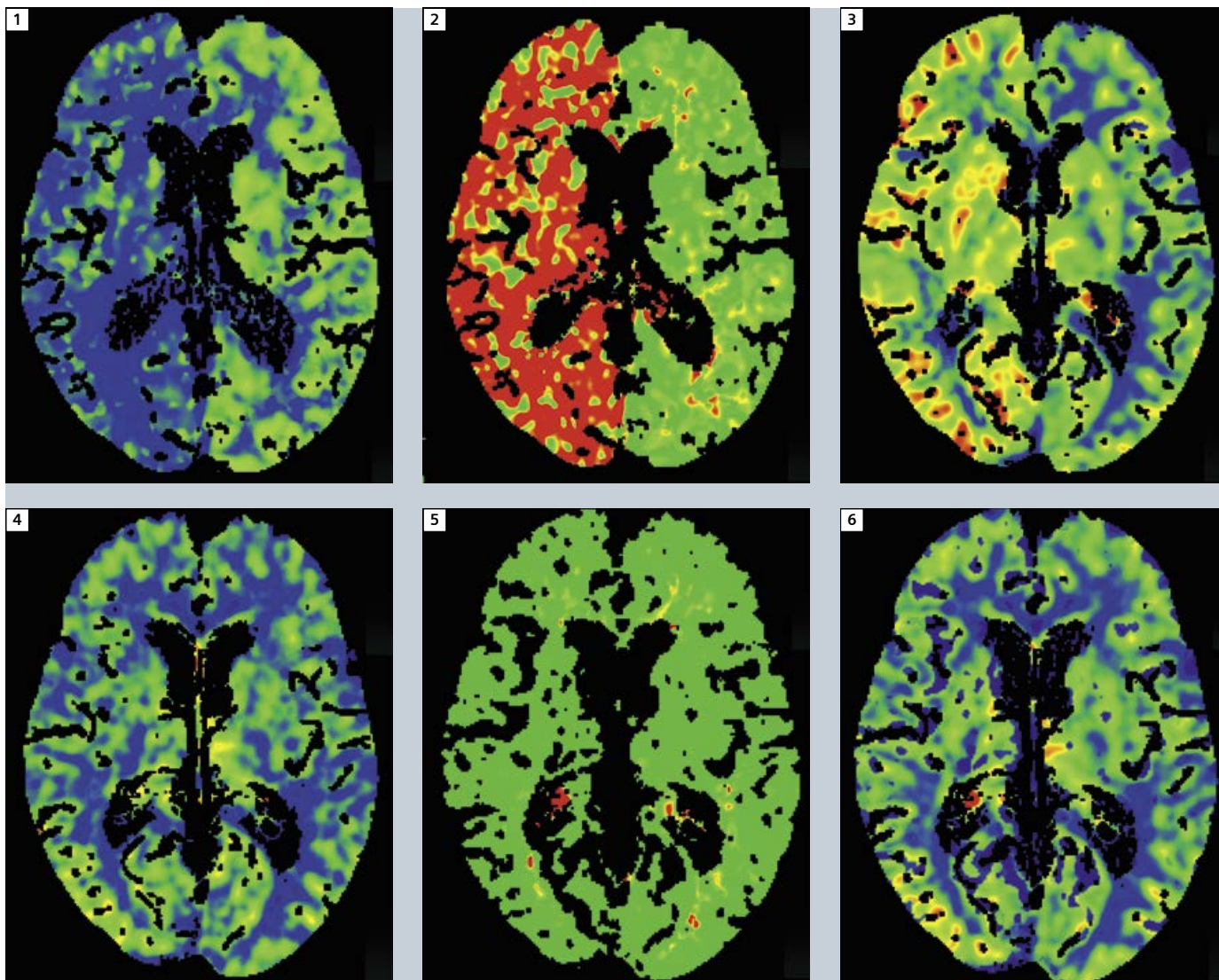
4 В режиме наклонной MPR-реконструкции выявляется сдавление структуры верхушки правой глазницы аневризмой.

Пример исследования 3

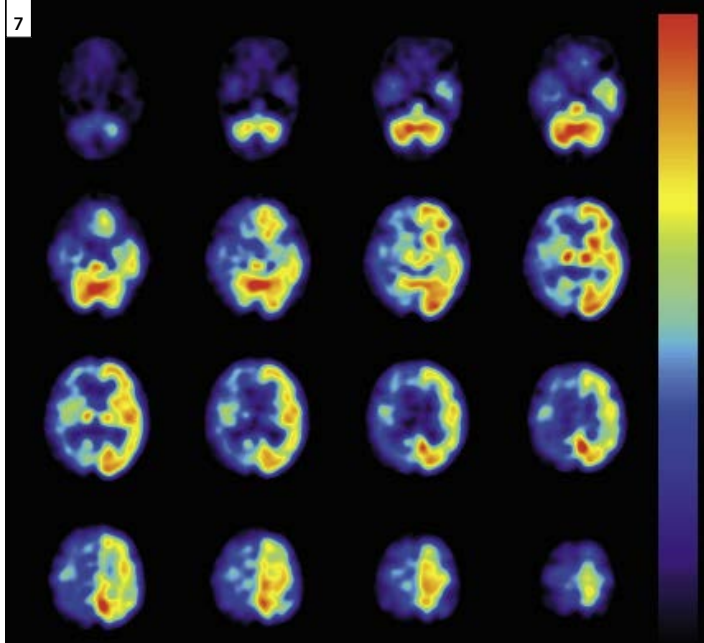
КТ-перфузия всего головного мозга на всем протяжении позволяет выявить острую недостаточность мозгового кровообращения

Джиджи Накагавара, MD

Отделение нейрохирургии и центр лечения инсульта, Мемориальная больница Накамура, Саппоро, Япония



1—6 Изображения, полученные методами CBF, MTT и CBV до (рис. 1—3) и после (рис. 4—6) лечения.



7 Данные КТ перфузии головного мозга подтверждены методом ИМР-ОФЭКТ¹.



8 Стеноз наблюдается и в правой (рис. 8а), и в левой (рис. 8в) внутренних сонных артериях.

АНАМНЕЗ

Пациентка 84 лет была направлена в больницу по поводу переходящего левостороннего гемипареза. При эхо-артериографии шейной области выявлен стеноз шейного отдела правой сонной артерии. После госпитализации гемипарез постепенно прогрессировал. МРТ была противопоказана, так как у пациентки был установлен кардиостимулятор. Вместо нее были назначены КТ перфузия ГМ и ИМР-ОФЭКТ¹.

ДИАГНОСТИКА

При КТ-ангиографии брахио-цефальной области выявлен тяжелый стеноз правой внутренней сонной артерии (ВСА, рис. 8а). При КТ перфузии головного мозга выявлено критическое состояние кровоснабжения правого полушария — снижение мозгового кровотока (Cerebral Blood Flow — CBF, рис 1.), увеличение внутричерепального объема крови (Cerebral Blood Volume — CBV, рис. 3) и продолжительности среднего времени прохождения крови по ткани головного мозга (Mean Transit Time — МТТ, рис. 2), что определенно свидетельствовало об острой недостаточности кровообращения. Был диагностирован прогрессирующий инсульт вследствие тяжелого стеноза правой ВСА. При ИМР-ОФЭКТ также выявлено уменьшение притока крови к той же области (рис. 7). Было выполнено экстренное стентирование сонных артерий (carotid artery stenting — CAS). После стентирования (CAS) левосторонний гемипарез немедленно уменьшился, а затем исчез.

Показаний к одновременному проведению неотложного вмешательства по поводу стеноза левой внутренней сонной артерии не было выявлено. При динамическом наблюдении через один день после CAS проведена КТ перфузия головного мозга; выявлено значительное улучшение перфузии правого полушария головного мозга (рис. 4—6). Пациентка была выписана через месяц, с последующим амбулаторным динамическим наблюдением.

КОММЕНТАРИИ

Пациентам, страдающим ишемической пенумброй (снижением кровоснабжения), при внезапно развившейся окклюзии мозговых артерий в рамках эмболического инсульта, и при острой недостаточности кровообращения мозга с гемодинамическими признаками церебральной ишемии могут быть показаны экстренные реваскуляризирующие вмешательства. До настоящего времени методы визуализации были недостаточно чувствительны, чтобы в повседневной клинической практике подтверждать диагноз острой недостаточности кровообращения с гемодинамическими признаками церебральной ишемии. При прогрессирующем инсульте КТ перфузия головного мозга позволяет определить ряд состояний с критическим снижением перфузии, таких как острая недостаточность кровообращения головного мозга. Проведения экстренного CAS руководства по лечению инсульта в Японский до настоящего времени не предусмотрено. Тем не менее, при

КТ перфузии головного мозга можно выявлять такие критические состояния, как острая недостаточность мозгового кровообращения, и поэтому проведение КТ перфузии в течение короткого интервала времени может быть полезно для выявления показаний к экстренному лечебному вмешательству.

¹ИМР-ОФЭКТ: однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ) с использованием N-изопропил-(йод-123)-p-йодоафетамина (¹²³I-ИМР).

ПРОТОКОЛ ИССЛЕДОВАНИЯ

Томограф	SOMATOM Definition A5+
Область сканирования	Весь головной мозг
Длина области сканирования	96 мм
Время сканирования	45 с
Направление сканирования	Каудо-краниальное и кранио-каудальное
Напряжение трубки	80 кВ
Анодный ток	180 мАс (эфф.)
Время оборота	0,3 с
Коллимация срезов	64 × 0,6 мм
Толщина реконструированного среза	5 мм
Шаг	5 мм
Ядро	H22f
Об. СТДИ	198,7 мГр
Эффективная доза	4,8 мЗв
Контраст	
Объем	30 мл йода+ 20 мл физиологического раствора
Скорость потока	6 мл/с
Задержка пуска	5 с

Пример исследования 4

Диагностика подострой тромбоэмболии легочной артерии с использованием режима Flash, режима реконструкции SAFIRE и напряжения трубки 100 кВ

Савва Николау, MD,* Дженнифер Пауэлл**, Карл Кржимик***

*Общеклиническая больница Ванкувера, Отделение неотложной травматологической радиологии, Ванкувер, Канада

**Подразделение CS Applications, компания Siemens Healthcare, Канада

***Подразделение CT Collaborations USA, компания Siemens Healthcare, США

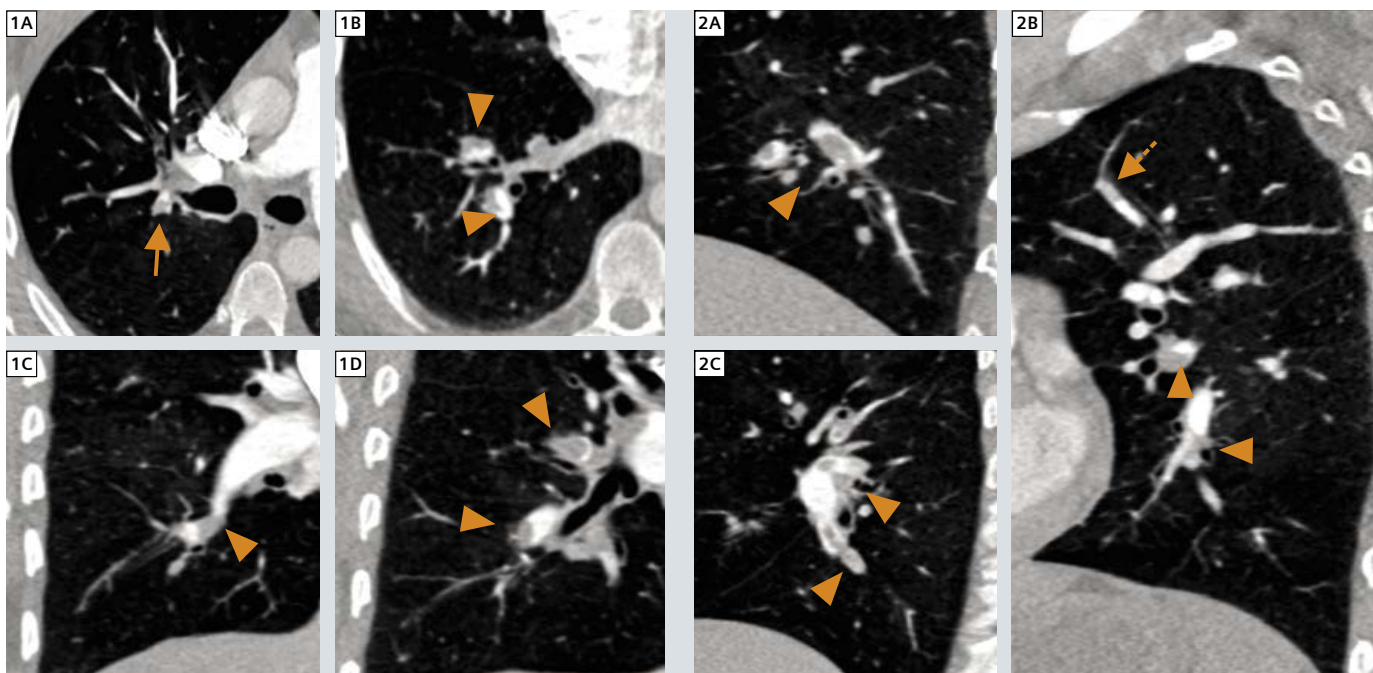
АНАМНЕЗ

Мужчина 44 лет обратился в связи с усиливающейся одышкой при физической нагрузке, отмечаемой в течение последних 6 месяцев. Была запланирована компьютерная томография (КТ) с контрастированием для исключения тромбоэмболии легочной артерии (ТЭЛА).

ДИАГНОСТИКА

При КТ после контрастирования выявлено хорошее заполнение легочных артерий контрастом. На изображениях выявлена обширная правосторонняя тромбоэмболия легочной артерии с вовлечением заднего сегмента верхней доли правого легкого (стрелка, рис. 1) и всех сегментов

нижней доли правого легкого (треугольные стрелки, рис. 1—2). Дополнительный тромб визуализировался в заднем сегменте верхней доли левого легкого (пунктирная стрелка, рис. 2B). Эти области тромбоза не закрывали просвет сосудов полностью и располагались несколько эксцентрично, что может

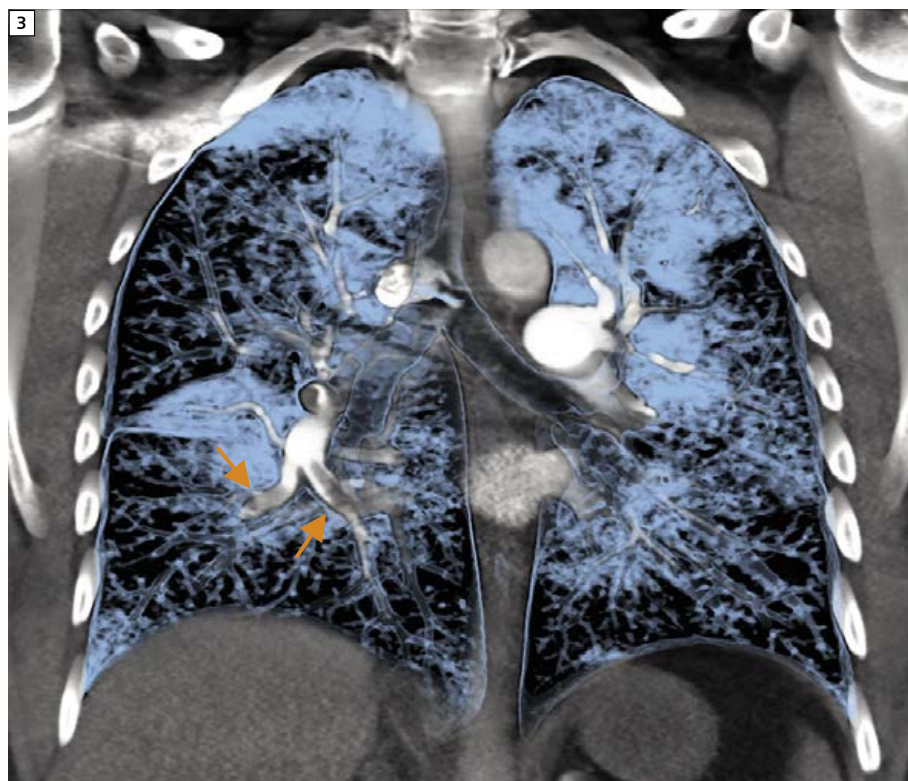


1—2 На изображениях выявляется обширная двусторонняя тромбоэмболия легочной артерии с вовлечением заднего сегмента верхней доли правого легкого (стрелка, рис. 1) и всех сегментов нижней доли правого легкого (треугольные стрелки, рис. 1—2), а также заднего сегмента верхней доли левого легкого (пунктирная стрелка на рис. 2B).

свидетельствовать о подострой тромбоэмболии легочной артерии. Признаков деформации правых отделов сердца, а также поражения лимфатических узлов средостения или перикардального выпота выявлено не было.

КОММЕНТАРИИ

ТЭЛА может быть опасной для жизни, причем на фоне ТЭЛА пациенты часто отмечают затруднение при задержке дыхания во время проведения компьютерной томографии. С помощью режима Flash изображение всех органов грудной клетки можно полностью получить менее чем за одну секунду (в данном случае за 0,6 секунд). Таким образом, даже без задержки дыхания можно избежать артефактов движения. Поскольку при ТЭЛА необходимы регулярные КТ исследования в динамике, важное значение имеет снижение лучевой нагрузки. В этом случае в комбинации режима Flash, технологии SAFIRE и 100кВ напряжения на трубке доза лучевой нагрузки снижена до 1,46 мЗв.



3 На изображениях с объемной визуализацией выявлено хорошее заполнение легочных артерий контрастом, позволившее четко визуализировать тромб в задних отделах нижней доли правого легкого (стрелки).

ПРОТОКОЛ ИССЛЕДОВАНИЯ

Томограф	SOMATOM Definition Flash		
Область сканирования	Грудная клетка	Питч	3,2
Длина области сканирования	287 мм	Коллимация срезов	128 × 0,6 мм
Направление сканирования	Кранио-каудальное	Ширина среза	0,75 мм
Время сканирования	0,67 с	Шаг реконструкции	0,5 мм
Напряжение трубки	100 кВ	Ядро реконструкции	126f
Анодный ток	289 мАс (эфф.)	Контраст	
Модуляция дозы	Функция CARE Dose4D	Объем	70 мл (Optiray350) + 30 мл физиологического раствора
CTDI _{vol}	3,01 мГр	Скорость введения	4,5 мл/с
DIP	104 мГр см	Задержка пуска	18 с
Эффективная доза	1,46 мЗв		
Время оборота	0,28 с		

Глубокое погружение в управление ритмом

Все меньше и меньше людей умирает от сердечного приступа (инфаркта миокарда), все больше и больше людей страдают от сердечной аритмии. Для диагностики и лечения нарушений сердечного ритма применяются методы электрофизиологии. Один из ведущих центров, работающих в этой высокоспециализированной области — Институт клинической и экспериментальной медицины в Праге (Чешская Республика). Новаторские методы и медицинское оборудование, представленные в кардиологическом отделении этого института, всегда должны отвечать одному условию — приносить пользу пациентам.

Матиас Манич

Крупный и современный медицинский центр Института клинической и экспериментальной медицины (IKEM) отвечает всем ожиданиям посетителей: полный спектр услуг, приветливый персонал, очень светлые помещения. Есть здесь и произведения искусства. Скульптура, стоящая на пересечении нескольких коридоров, неизменно притягивает к себе взгляды: две огромные металлические полусферы, сияющие хромом, открываются, демонстрируя гигантское сердце. Мы входим в отделение кардиологии, чтобы встретиться с профессором Йозефом Каутцнером (MD, PhD), заведующим этим отделением. Подмигнув, он говорит, что сердце на скульптуре гипертрофированно, так как коронарные сосуды для его размеров очень малы. Каутцнер возглавляет отделение кардиологии уже 11 лет, и на его отделение приходится 84 из 312 коек в центре IKEM. Основная область его работы — и как врача, и как ученого — терапия сердечных аритмий путем катетерных абляций, имплантация устройств для кардиостимуляции и дефибрилляции, а также методы визуализации.

«Золотая эра электрофизиологии»

Каутцнер работает в области электрофизиологии уже 20 лет, и на сегодняшний день является одним из ведущих международных экспертов

в этой области. Естественно, за эти годы очень многое изменилось; по словам Каутцнера, некоторые аспекты достаточно важны для повседневной клинической практики: «Сегодня мы имеем возможность проводить терапию в острых случаях, например при инфаркте миокарда, гораздо эффективнее. Шансы на то, что пациент переживет столь серьезное осложнение, проживет долгую жизнь и доживет до сердечной недостаточности, возрастают. Одновременно с этим серьезно усовершенствовались методы терапии гипертонии и липидемии, так что распространенность таких заболеваний, как ишемическая болезнь сердца, снижается. Однако с возрастом у людей часто развивается мерцательная аритмия — наиболее распространенная форма аритмии». Причина в том, что мерцательная аритмия может развиваться при множестве заболеваний сердца, которые с возрастом возникают чаще, например при сердечной недостаточности, уплотнении и сужении коронарных артерий или гипертрофии левого желудочка. Эти перемены заметно отразились на количестве кардиологических интервенций и их типах. Всего десять лет назад в центре IKEM ежегодно выполняли порядка 1300 интервенций для восстановления проходимости или расширения суженных или закупоренных коронарных артерий, а сейчас требуется лишь около 950 таких

Проф. Йозеф Каутцнер, MD, PhD — один из ведущих международных экспертов в области электрофизиологии.



процедур ангиопластики. Для катетерных абляций, направленных на радикальную терапию аритмий, наблюдается обратная тенденция. Если десять лет назад ежегодно выполняли 360 довольно простых абляционных процедур, сейчас Каутцнер и его группа проводят порядка 850 абляционных процедур в год. Более чем в 60% случаев эти процедуры сложные, например терапия мерцательной аритмии. В настоящее время от мерцательной аритмии страдает порядка одного-двух процентов населения Чехии. Этот показатель, в сочетании с повышением распространенности других сердечных аритмий, значительно повлиял на развитие электрофизиологии. К примеру, были разработаны имплантаты, позволяющие

спасти пациенту жизнь, в том числе имплантируемые кардиовертеры-дефибрилляторы (ICD). Пациентам центра IKEM такие приборы для предотвращения угрожающих жизни аритмий устанавливают уже 28 лет. К тому же на сегодня имеется целый ряд методов катетерной абляции, обеспечивающих при аритмии широкий спектр терапевтических воздействий. В связи с этим Каутцнер заключил: «Мы живем в золотую эру электрофизиологии».

Ключевые факторы: мультиmodalность и интеграция

Двумя этажами ниже кабинета Каутцнера находится «сердце» отделения — лаборатории неинвазивных и интервенционных процедур.

Здесь становится очевидно, насколько активно проф. Каутцнер и его коллеги стремятся успеть за развитием электрофизиологии. Чтобы иметь возможность предложить каждому пациенту оптимальное лечение и улучшить контроль и безопасность при вмешательствах, отделение постоянно работает над двумя стратегиями: мультиmodalностью и интеграцией визуализационных и информационных систем. Данные, полученные методами компьютерной томографии, магнитно-резонансной томографии и ультразвуковым, можно сравнивать между собой. Чем сложнее становятся электрофизиологические процедуры, тем выше оказываются требования к организации труда и защите от излучения. Хотя терапевтическая процедура при некоторых





«Я очень рад, что с помощью новых технологий могу помочь многим людям».

Проф. Йозеф Кауцнер (MD, PhD), заведующий отделением кардиологии, Институт клинической и экспериментальной медицины (ИКЕМ), Прага, Чешская Республика.

аритмиях занимает меньше часа, другие процедуры катетерной абляции могут продолжаться до шести часов. Мультиформальность и интеграция не позволяют существенно сократить необходимый для вмешательства период времени, но они помогают сделать работу эффективнее и целенаправленнее и отвечают

Сердечно-сосудистые заболевания в Чешской Республике

Сколько людей страдают сердечно-сосудистыми заболеваниями?

Чешская Республика — страна с высокими показателями смертности от сердечно-сосудистых заболеваний. Эти заболевания представляют собой наиболее распространенную причину смерти: на их долю в 2010 году пришлось 50,2% от общей смертности.

Какое сердечно-сосудистое заболевание распространено больше всего?

Наиболее распространены сердечно-сосудистые заболевания атеросклеротического происхождения, например ишемическая болезнь сердца и инсульт.

Источник: Институт информации и статистики по здравоохранению в Чешской Республике. <http://www.uzis.cz/en>. Ссылка проверена 11 июля 2012 г.

одному из девизов Кауцнера: больше контроля, меньше риска. Метод, который стал очень важным в повседневной работе института ИКЕМ — это внутрисердечная эхокардиография (ICE). Этот метод ультразвуковой визуализации позволил существенно улучшить организацию труда, поскольку во время абляции электрофизиолог видит анатомические условия в «интерактивном» режиме и может мгновенно обнаруживать возможные осложнения, например формирование тромба; также это повышает безопасность транссперикардальных пункций.

Хорошим примером интеграции современных технологий может служить ангиографическая система Artis zee® компании «Сименс», которая была недавно установлена в Праге. В дополнение к высокому качеству изображений и современным методам сбора данных, например трехмерной ротационной ангиографии, эта система с С-дугой поддерживает новейшую технологию навигации. В конфигурации, установленной в Праге, для этой цели применяется система MediGuide™ компании St. Jude Medical, интегрированная в С-дугу. Подводя катетер к запланированному положению внутри сердца, врачи могут контролировать навигацию в реальном времени практически без использования рентгеновского излучения: благодаря технологии MediGuide текущее положение катетера проецируется на рентгеноскопическую кинопленту, полученную с помощью системы Artis zee ранее. Это повышает безопасность

и значительно сокращает лучевую нагрузку. Эту технологию также можно использовать с системой электроанатомического картирования, повышая его точность. Теперь при сложных операциях катетерной абляции, занимающих до шести часов, время воздействия излучения на пациента может составлять всего несколько минут. Институт ИКЕМ стал четвертым учреждением в мире, где установлена такая система навигации.

Работа электрофизиологов в лабораториях катетеризации, требующая большого количества разнообразной информации, становится проще благодаря современным средствам отображения данных. Во время процедуры абляции электрофизиологам не требуется следить за тремя или четырьмя экранами; за всей необходимой информацией они могут наблюдать на одном широкоформатном мониторе. Как и новое экранное рабочее место Cockpit в пультовой, такой монитор входит в состав системы Artis zee. Здесь также действует принцип «добиться большего меньшими средствами». Теперь врачам для получения всей информации, связанной с результатами измерений или различными изображениями из базы данных в интервенционной процедурной, достаточно одной компьютерной мыши, одной клавиатуры и одного экрана. Как показывает опыт Кауцнера, применение мультиформальной визуализации позволяет уверенно диагностировать любые изменения в состоянии сердечно-сосудистой системы пациента и оптимизировать методы терапии. Одновременно с этим сводится к минимуму лучевая нагрузка, что исключительно важно, в особенности при работе с детьми. Кардиологическое отделение института ИКЕМ также является учебным центром Европейской ассоциации сердечного ритма. Проф. Кауцнер рассказывает о том, насколько при подобных вмешательствах важна точная и контролируемая навигация. И здесь речь идет в первую очередь не о рентгеновской визуализации, а о применении мультиформальных визуализационных систем, систем картирования и интеграции изображений с минимальной лучевой нагрузкой. Современные технологии открывают возможности, о которых всего несколько лет назад нельзя было и мечтать. Однако Кауцнер объяснил,



Ангиографическая система Artis zee позволяет врачам контролировать навигацию катетера в реальном времени.

почему его интересуют далеко не все новые технологии: «Решающий фактор — это эффективность. Мы анализируем потенциальные преимущества и стараемся определить, какая из них дает наибольший эффект. Таким образом, технологии могут помочь даже сэкономить средства. Иногда они открывают совершенно новые методы работы — как, например, технология дистанционной навигации».

Взгляд в будущее

В пультовой, справа от рабочего места Cockpit, Каутцнер уже использует методы дистанционной навигации, позволяющие «заглянуть в будущее». Он показывает на шарик, входящий в состав электромеханической системы (Sensei X, компания Hansen Medical). Его можно перемещать в пространстве в любом направлении, управляя движением катетера внутри сердца пациента. Хотя поначалу Каутцнер отнесся к такому решению скептически, теперь он убедился в его работоспособности. Он уверен, что дистанционная навигация станет стандартом для интервенций, и за счет этого они станут безопаснее даже в руках не слишком опытных операторов.

Каутцнер считает, что по мере развития технологий одним из наиболее важных аспектов станет картирование. На вопрос о том, что он желал бы увидеть в ближайшем будущем, Каутцнер сразу же ответил: «Мне кажется, перемен будет столько, что может появиться все что угодно. В любом случае новые разработки будут впечатляющими. Я очень рад, что работаю в наше время и благодаря этим технологиям могу помочь многим людям. Одно из самых удивительных переживаний — получить открытие от пациента с другого полушария планеты и узнать, что благодаря твоей помощи его образ жизни полностью изменился».

Матиас Манич, биолог по образованию — независимый научный журналист и редактор, специализирующийся в области медицины. Публикует статьи главным образом в профессиональных журналах и газетах.

Выводы

Вызовы:

- Увеличение количества случаев сложных сердечных аритмий
- Многочасовые катетерные вмешательства под радиологическим контролем
- Использование различных методов визуализации до, во время и после вмешательства
- Поддержка согласованной и одновременной работы разнообразных технологий и систем
- Снижение лучевой нагрузки
- Экономичность и преимущества для пациентов

Решения:

- Мультимодальная визуализация
- Ангиографические системы с высоким потенциалом интеграции
- Системы картирования и интеграция различных визуализационных данных
- «Интерактивный» контроль с помощью внутрисердечного ультразвукового исследования
- Интегрированное рабочее место Cockpit в пультовой
- Система дистанционной навигации
- Медицинская система позиционирования

Результаты:

- Диагностика и лечение аритмии с высокой степенью уверенности
- Улучшение контроля и снижение риска при сложных абляционных процедурах
- Минимальная лучевая нагрузка на пациентов и персонал
- Усовершенствование рабочего процесса и повышение его эффективности
- Возможность снизить расходы благодаря высокой эффективности и надежности используемых методов

Дополнительная информация

www.siemens.com/ep



Пристальное наблюдение за неуловимыми стентами

В ведущей кардиологической клинике в Бразилии система Artis zee компании «Сименс» помогает врачам визуализировать биodeградирующие стенты нового класса с высокой точностью.

Рейнальдо Жозе Лопеш

Группа врачей из Института кардиологии Данте Паццанезе, одного из ведущих центров по исследованию и лечению сердечных заболеваний, расположенного в Сан-Паулу (Бразилия), возглавляет инициативу по испытанию безопасности и эффективности нового вида коронарных

стентов — так называемых «поддерживающих» стентов (скаффолдов). Эти приспособления, изготавливаемые из полимерных веществ, отличаются превосходной биосовместимостью и биodeградацией; они полностью разлагаются и абсорбируются организмом примерно за 18 месяцев.

Эти свойства могут обеспечивать дополнительный клинический эффект и уменьшать негативное влияние от присутствия стента в коронарной артерии. Однако новые поддерживающие стенты прозрачны для рентгеновского излучения, за исключением двух небольших участков на концах —



Имплантация биодеградирующего стента требует абсолютной точности. У кардиологов из Сан-Паулу есть инструмент, идеально подходящий для этой цели — визуализационные системы компании «Сименс».

примерно по миллиметру шириной. Это создает сложности для врачей при их введении и позиционировании в сосудах. Чтобы преодолеть эти сложности, д-р Александре Абизаид и его коллеги из Института Данте Паццанезе используют систему сердечно-сосудистой визуализации Artis zee® компании «Сименс», которая позволяет точно визуализировать биодеградирующие стенты и находящиеся вокруг них артерии. «Чтобы оптимизировать эффект от имплантата, специалистам по интервенционным вмешательствам требуются высококачественное оборудование и высочайшее разрешение изображений; это относится не только к новым биодеградирующим стентам, но и к обычным металлическим, — заявил д-р Абизаид. — Очень важно иметь возможность точного непосредственного контроля, обеспечиваемую рентгеновской визуализацией области проведения вмешательства

в реальном времени». Еще до начала клинических испытаний биодеградирующих стентов, проводимых в течение примерно одного года, группа врачей из Института Данте Паццанезе уже использовала систему Artis zee при ряде других процедур. Вполне логично, что система была задействована для этих испытаний.

Новаторские процедуры стентирования

Врачи из бразильского института — отнюдь не новички в клинических испытаниях стентов. По словам д-ра Абизаида, Институт Данте Паццанезе был одним из первых в мире учреждений, имплантировавших металлические коронарные стенты без покрытия в 1986 г. Больше десятилетия спустя институт стал первопроходцем в использовании стентов с лекарственным покрытием. Как сообщил д-р Абизаид, они имеют

ряд преимуществ над металлическими стентами без покрытия. «Если порезать кожу на руке, на месте зажившего пореза часто не остается никакого рубца, — объяснил он. — Однако иногда на поврежденном месте возникает гипертрофия ткани и появляется толстый уродливый шрам». Ситуация для металлических коронарных стентов без покрытия аналогична. В большинстве случаев рубцевание происходит без проблем. Однако, примерно в 30 процентах имплантатов без лекарственного покрытия возникает явление, называемое гиперплазией интимы — опасное утолщение внутри кровеносного сосуда. Через шесть-девять месяцев гиперплазия интимы нередко приводит к так называемому рестенозу — артериальный кровоток, восстановленный с помощью стента, снова становится ограниченным. Чтобы преодолеть эту проблему и избежать чрезмерной



«Врачам необходимо оборудование, которое позволит надежно визуализировать сам стент».

Д-р Александре Абизаид,
Институт Данте Паццанезе,
Сан-Паулу, Бразилия

гиперплазии, были разработаны стенты с лекарственным покрытием. Лекарственные средства, покрывающие их поверхность, блокируют размножение клеток. Их весьма успешно используют уже много лет, и частота рестенозов снизилась с 30 до 5 процентов. Впрочем, по словам д-ра Абизаида, у этого варианта также имеются потенциальные проблемы. «Важнее всего, что при использовании стента с лекарственным покрытием необходимо проводить так называемую двойную антитромбоцитарную терапию с использованием аспирина и клопидогреля, чтобы защитить организм пациента от тромбоза, вызванного стентом», — сообщил он. — Хотя лекарственное покрытие стента отлично препятствует рестенозу, сама по себе задержка процесса рубцевания означает, что металл стента остается открытым в течение более длительного периода. Этот металл при контакте с кровью может спровоцировать тромбоз. Необходимо помнить о возможности подобного осложнения, поскольку при этом подходе приходится идти на существенный

компромисс между риском рестеноза и риском тромбоза».

Биодеградирующие стенты: целый ряд преимуществ

И здесь в игру вступают биодеградирующие стенты. Поскольку они в конечном итоге исчезают из кровеносных сосудов, можно надеяться, что пациентам не придется столь длительно проводить двойную антитромбоцитарную терапию. «С другой стороны, не стоит считать, что мы сможем в первые шесть-двенадцать месяцев после имплантации стента полностью обойтись без аспирина и клопидогреля», — заметил д-р Абизаид. Еще одно потенциальное преимущество таких стентов связано с самим по себе рестенозом. Современные металлические стенты с лекарственным покрытием могут вызывать так называемое явление отсроченного рестеноза (catch-up): в первые шесть-двенадцать месяцев после имплантации стент может блокировать рестеноз, однако примерно через два года стеноз все равно рецидивирует. Абизаид уверен, что в случае с биодеградирующими стентами такой эффект маловероятен. Наконец, в наиболее серьезных случаях следует также учесть последствия многолетнего наличия в сосуде множества металлических стентов. «Нам нередко приходится работать со сравнительно молодыми больными диабетом с поражением сразу нескольких сосудов», — объяснил Абизаид. — Если ввести металлические стенты во все эти сосуды, создав так называемый «цельнометаллический каркас», возможность проводить в будущем операции в этой области окажется значительно затруднена. Как хирург сможет ввести трансплантат подкожной вены при коронарном шунтировании, если вся сеть артерий уже покрыта металлическим каркасом? Возможность избежать такой ситуации — еще одно важное преимущество». Наконец, существует потенциальное преимущество и в отношении визуализации. «После установки биодеградирующих стентов можно проводить томографию, тогда как для обычных стентов это затруднительно, поскольку металл вызывает различные артефакты, искажающие томографические изображения и не позволяющие нормально визуализировать сосуд», — добавил д-р Абизаид. — Это позволит проводить дальнейшие процедуры у таких пациентов менее инвазивно».

Сердечно-сосудистые заболевания в Бразилии

Сколько людей страдает сердечно-сосудистыми заболеваниями?

Официальной статистики по всем сердечно-сосудистым заболеваниям в Бразилии не существует. К примеру, последний телефонный опрос по гипертонии показал, что артериальное давление повышено у 22,7% взрослых бразильцев. Согласно данным Министерства здравоохранения, ежегодно почти 30% смертей в Бразилии вызваны сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Какое сердечно-сосудистое заболевание распространено больше всего?

Помимо гипертонии, наиболее частой причиной смерти в Бразилии является поражение сосудов головного мозга (примерно 10% смертей в год), за ней следует острый инфаркт миокарда (примерно 7% смертей в год).

Какая доля расходов на здравоохранение приходится на борьбу с сердечно-сосудистыми заболеваниями?

По одной из оценок, проведенной в 2008 г. журналом *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* (Бразильские архивы кардиологии), эта сумма составляет 31 млрд реалов, или 16 млрд долл. США.

Стремление к точности

Очевидно, что для того, чтобы полностью задействовать возможности биодеградирующих стентов, крайне необходима точная визуализация. «Большинство биодеградирующих стентов, хотя и не все, проницаемы для рентгеновского излучения», — пояснил д-р Абизаид. — Именно поэтому многие изготовители размещают на проксимальной и дистальной границах имплантата два небольших платиновых маркера. Также можно использовать рентгенонепрозрачный полимерный материал. Оба подхода применяются и здесь, и в других регионах Бразилии. Врачам необходимо

оборудование, которое позволит надежно визуализировать сам стент — его раскрытие и его положение». Система Artis zee позволяет решить эту задачу благодаря отличному качеству изображений. При подготовке пациента к введению новых биодеградирующих стентов одним из первых этапов будет точное определение местоположения бляшек в коронарном сосуде с помощью системы Artis zee по методу так называемой количественной коронарографии (QCA). Это поможет определить точный размер стента, который следует использовать в данный момент.

«При использовании биодеградирующих стентов очень важно точно определить нужный размер стента, поскольку их гораздо сложнее в дальнейшем раскрывать баллонным методом, — сообщил д-р Абизайд. — Металл подходит для этого значительно лучше — можно начать со стента меньшего размера и расширить его до нужного размера крупным баллоном. Опасности разорвать его нет. С другой стороны, если попытаться проделать ту же процедуру с полимерным стентом, велика вероятность повредить его». Абизайд добавил, что современное оборудование, в частности система Artis zee, обеспечивает врачам необходимую точность, позволяя практически идеально определить границы сосуда, его диаметр и размер области поражения. «Я должен быть уверен, что выбранный имплантат не окажется слишком большим или слишком маленьким, — заявил д-р Абизайд. — Слишком маленький стент будет „болтаться“ внутри сосуда и может вызвать тромбоз. Для слишком большого стента существует опасность разрыва. Он может даже повредить сосуд. Установленное у нас оборудование позволяет определить нужные размеры и избежать обе опасности».

Применение системы Artis zee до, во время и после имплантации

Еще один важный фактор — возможность точно определить степень остаточного поражения внутри сосуда. «Конечно же, в идеальном случае сужение сосуда устраняется полностью. Желательно было бы установить стент по всей длине пораженной области, чтобы на ее границах не оставалось бляшек, — объясняет д-р Абизайд. —

Если же останется 30—40% объема первоначальной бляшки, врачам придется для достижения клинического эффекта снова вводить баллон, но уже под более высоким давлением и большего диаметра. К тому же мы должны точно знать, где находятся границы стента. Именно поэтому настолько важно увидеть на изображениях эти миллиметровые точки». Погрешности во время процедуры также способны вызвать сужение просвета сосуда и даже рестеноз.

По словам Абизаида, весь процесс имплантации занимает 30—40 минут. «Основная часть действий автоматизирована, — сообщил он. — Вы вводите контрастное вещество для ангиографии, оператор проводит измерения, вы предварительно накачиваете баллон, а затем проводите дальнейшее накачивание, чтобы оптимизировать расположение стента». Система Artis zee может оказаться очень полезной и при дальнейшем наблюдении. «Все зависит от симптомов и от дополнительных исследований, — пояснил д-р Абизайд. — Если пациент возвращается к нам через шесть-девять месяцев со стенокардией и болевым синдромом, и если радионуклидное исследование выявляет ишемию, приходится проводить катетеризацию». Опять же, врачам необходимо оборудование, которое позволит точно определить положение меток на стенте, чтобы узнать, чем вызвана проблема — самим стентом или прогрессированием заболевания. «Таким образом мы можем определить, что потребуется пациенту — еще один стент или хирургическое вмешательство, — добавляет д-р Абизайд. — Мы не будем проводить катетеризацию без крайней необходимости». Врачи из Института Данте Паццанезе, а также из двух других крупных учреждений в Бразилии — больницы Albert Einstein Israelite, также расположенной в Сан-Паулу, и больницы Hospital do Triângulo Mineiro в штате Минас-Жерайс — продолжают испытания биодеградирующих стентов. Эти три больницы уже провели стентирование примерно у 40 пациентов и, по словам д-ра Абизаида, первые результаты выглядят многообещающими.

Рейнальдо Жозе Лопес — редактор отдела науки и медицины в ведущей бразильской ежедневной газете Folha de S. Paulo.

Выводы

Вызовы:

- Точная визуализация биодеградирующих стентов нового поколения, изготовленных из полимерных материалов.
- Рентгенологическими методами биодеградирующие стенты визуализировать трудно.
- Для контроля размещения биодеградирующих стентов и дальнейшего наблюдения за их состоянием необходима высокая точность визуализации.

Решения:

- Системы Artis zee компании «Сименс» с пакетом обработки изображений CLEAR для улучшения визуализации биодеградирующих стентов.
- Функция CLEARcontrol для выбора правильных настроек экспозиции.
- Функция CLEARvessel для усиления контура сосудов, функция CLEARview для шумоподавления с адаптацией к дозе излучения, функция CLEARmotion для подавления артефактов от движения мелких структур.
- Функция CLEARchoice для просмотра изображений с учетом индивидуальных предпочтений пользователей.

Результаты:

- Имплантация стентов более чем 40 пациентам при клинических испытаниях в Бразилии без существенного ухудшения эффективности по сравнению с обычными стентами.
- Первичные результаты позволяют предположить, что биодеградирующие стенты могут стать перспективным альтернативным методом стентирования.

Дополнительная информация
www.siemens.com/artis-zee

«Медицину нужно переосмыслить».

Вернувшись в Китай в 1999 году после десяти лет сердечно-сосудистых исследований в двух немецких университетских клиниках, профессор Джамбо Ге (Junbo Ge) решил внедрить результаты своих научных исследований в практику, посредством оказания помощи созданию современной кардиологии в огромной стране, переживающей быстрые социальные изменения.

Филипп Гретцель фон Гретц (Philipp Grätzel von Grätz), MD

Профессор Джамбо Ге научился задавать вопросы, проводя научные исследования в 1990-е годы. Умение задавать вопросы может пригодиться и при рассмотрении будущего кардиологии: какие заболевания будут преобладать в эпоху демографических изменений и урбанизации? Нужно ли проводить так много катетеризаций? Как можно оптимизировать терапию? Журнал *Medical Solutions* обсудил эти вопросы с президентом Азиатско-Тихоокеанского общества по интервенционной кардиологии — но не на верхних этажах современного небоскреба в его родном Шанхае, а в Германии, в средневековом городке Форххайме.

В недавно выпущенном Всемирной организацией здравоохранения Глобальном атласе по профилактике и контролю сердечно-сосудистых заболеваний в очередной раз указано, что сердечно-сосудистые заболевания во всем мире являются ведущей причиной смертности. Также указано, что данная закономерность сохранится по крайней мере до 2030 года. Однако выявлены и изменения: в Европе и в США смертность от сердечно-сосудистых заболеваний начала снижаться. В то же время во многих других странах она стремительно растет. Какова ситуация в Китае?

Ге: За последние примерно тридцать лет мы стали свидетелями огромных изменений в спектре заболеваемости. Пока Китай не начал открываться Западу в 1977 году, у нас были широко



«Вопрос Почему? — это не только мощный стимул для проведения исследований, он также полезен в ежедневной клинической практике».

Профессор Джамбо Ге, главный врач отделения кардиологии, больница Чжуншань, университет Фудань, Шанхай, Китай

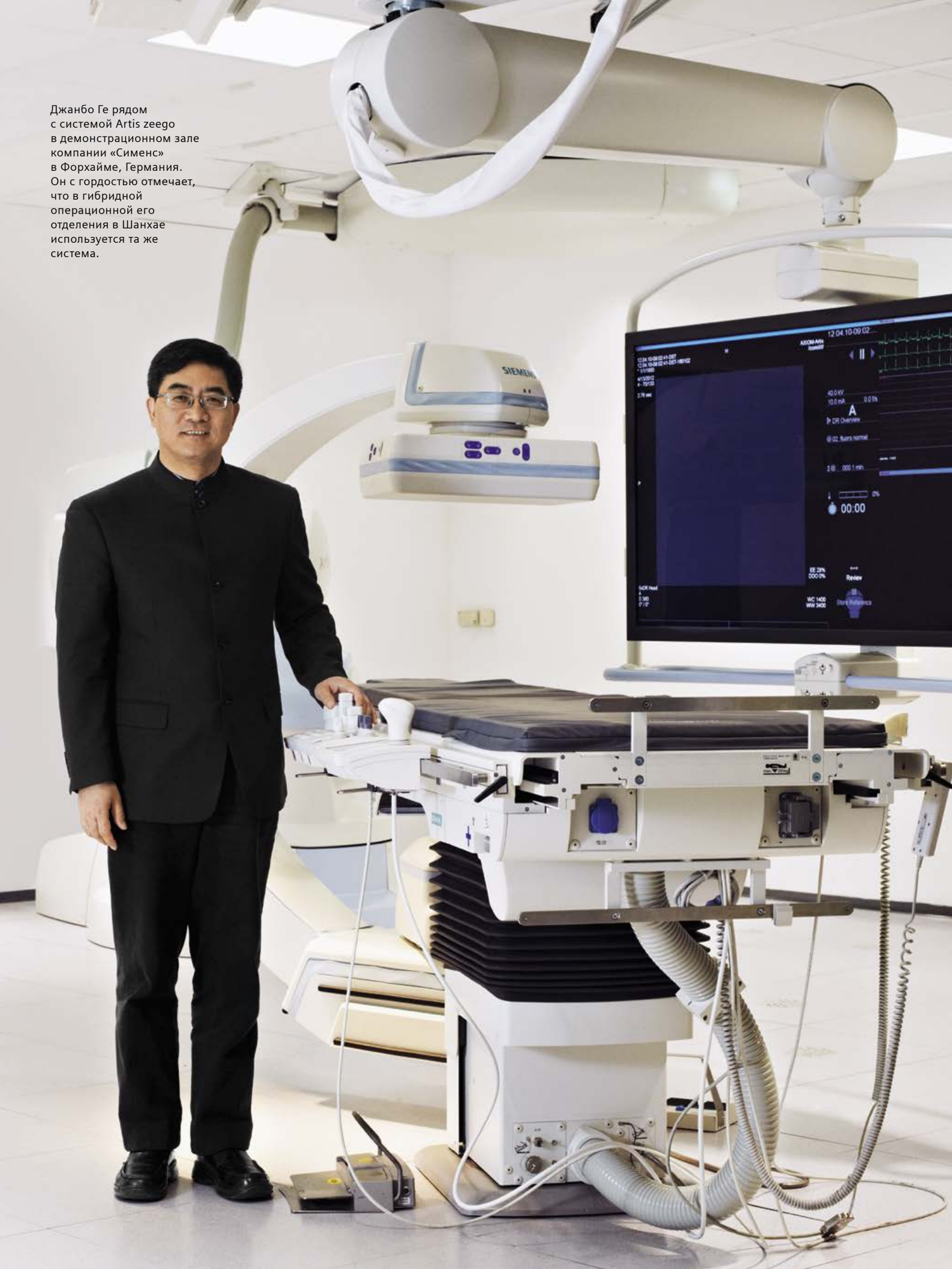
распространены инфекционные заболевания. Открытая политика увеличила достаток большей части жителей Китая, и это, конечно, хорошо. Но это также привело к изменениям образа жизни людей. Как следствие, сегодня мы сталкиваемся с «заболеваниями образа жизни», которые уже давно широко распространены на Западе. Выросла распространенность ожирения, сахарного диабета, гипертонии. И эти заболевания вызывают в Китае те же последствия, что и по всему миру: частота развития сердечно-сосудистых и цереброваскулярных заболеваний резко возросла и продолжает ежегодно существенно увеличиваться. Вот пример: 30 лет назад, когда я был младшим научным сотрудником в медицинской школе, мне пришлось наблюдать пациента с инфарктом миокарда, у которого имелись все типичные признаки на ЭКГ и повышение специфичных ферментов. Этот случай запомнился мне, потому что был в то время редким. Я даже попросил коллегу поменяться дежурствами, чтобы подольше понаблюдать за этим пациентом. Сегодня пациенты с инфарктом миокарда поступают в нашу клинику практически каждый день. И проходя по палатам нашего отделения, я вижу, что по крайней мере 60 процентов всех пациентов страдают ишемической болезнью сердца (ИБС).

Каковы основные сердечно-сосудистые факторы риска в наши дни?
Ге: Опять же, по всему миру они очень сходны. Многие люди страдают гиперлипидемией, сахарным диабетом

Профессор Джанбо Ге — действующий президент Азиатско-Тихоокеанского общества по интервенционной кардиологии и главный врач отделения кардиологии в больнице Чжуншань, университет Фудань, Шанхай, Китай.



Джанбо Ге рядом с системой Artis zeego в демонстрационном зале компании «Сименс» в Форхайме, Германия. Он с гордостью отмечает, что в гибридной операционной его отделения в Шанхае используется та же система.



и гипертонией. Также в Китае широко распространено курение. Чтобы справиться с эпидемией сердечно-сосудистых заболеваний, нам рано или поздно придется начать бороться с этими факторами риска. Некоторые народы, например скандинавы, показали, как это следует делать. Им удалось остановить рост заболеваемости ишемической болезнью сердца, в основном благодаря снижению распространенности факторов риска.

Насколько важное влияние оказывают на состояние сердечно-сосудистой системы такие глобальные мега-тенденции, как демографические изменения и урбанизация?

Ге: Очевидно, что это влияние весьма значительное, и оно также очень заметно в Китае. Демографические изменения приводят к увеличению распространенности сердечно-сосудистых заболеваний. Это верно не только для ишемической болезни сердца, но и для других сердечно-сосудистых заболеваний, таких как хроническая сердечная недостаточность и заболевания клапанов сердца, а также, конечно, для цереброваскулярных заболеваний. Возьмите, например, Шанхай: средняя ожидаемая продолжительность жизни в Шанхае возросла до 81 года. Это сопровождается увеличением частоты развития сердечной недостаточности. В качестве ведущего исследователя крупного проспективного эпидемиологического исследования с участием 20 000 человек, очень похожего на Фремингемское исследование (Framingham Heart Study), я с коллегами несколько лет назад провел анализ по десятой китайской Пятилетке и обнаружил, что средняя частота развития сердечной недостаточности у взрослых составляет около одного процента. Это довольно много.

А что насчет урбанизации?

Ге: Здесь также получены интересные данные. Между регионами Китая выявлены значительные различия по сердечно-сосудистой заболеваемости. Они, по крайней мере частично, отражают процесс урбанизации, но также и другие различия в образе жизни. Например, чем дальше мы продвигаемся на юг Китая, тем меньше становится заболеваемость ИБС. В Циндао, откуда я родом, люди едят больше соли, больше курят сигарет, и довольно много пьют.

Сердечно-сосудистые заболевания в Китае

Насколько много людей в Китае страдают сердечно-сосудистыми заболеваниями?

По последним данным ВОЗ, смертность от сердечно-сосудистых заболеваний в Китае составляет 312 случаев на 100 000 мужчин и 260 случаев на 100 000 женщин. Это соответствует 38 процентам от общей смертности. Общая сердечно-сосудистая заболеваемость, без учета факторов риска и гипертонии, составила, по данным ВОЗ, в 2009 году около 13,4 процента.

Какие сердечно-сосудистые заболевания наиболее распространены?

По оценкам ВОЗ, около 38 процентов жителей Китая страдают повышением артериального давления. Распространенность ожирения и избыточной массы тела составляет около 30 процентов, как и частота выявления повышенного уровня холестерина. После исключения факторов риска, наиболее распространенными сердечно-сосудистыми заболеваниями, вероятно, окажутся ишемическая болезнь сердца и заболевания периферических артерий, но подробных данных по этому вопросу нет. Десятилетняя частота развития осложнений, связанных с поражениями коронарных артерий, в 2004 году была оценена китайскими учеными как равная 1,5 процента у мужчин и 0,6 процента у женщин.

Какая доля расходов на здравоохранение уходит на лечение сердечно-сосудистых заболеваний?

В Докладе Всемирного Банка за 2008 год для Китая отмечены очень высокие экономические расходы, связанные с неинфекционными заболеваниями. Только сердечно-сосудистые заболевания, инсульт и диабет в течение десяти лет с 2005 по 2015 год обойдутся стране в 550 млрд долларов США.

Заболеваемость ИБС в Циндао составляет около 230 случаев на 100 000 человек населения, в то время как на крайнем юге — только 48 случаев на 100 000 человек. В Синьцзянском районе на дальнем северо-западе Китая все чаще выявляют тяжелые трехсосудистые поражения коронарных артерий у молодых людей. Причина этому в том, что когда ранее очень бедные люди богатеют, первое, что они делают — это изменяют свои диетические привычки. Они начинают употреблять больше жиров и фаст-фуда, и больше пьют. Как мы понимаем, именно поэтому очень богатым людям на самом деле следует внимательно следить за здоровьем, как кстат и очень бедным. Проблемой становится богатый средний класс, доля которого среди населения с каждым годом растет. Когда западные и центральные районы Китая догонят в своем развитии восток страны, мы увидим настоящий взрыв частоты сердечно-сосудистых заболеваний и инфарктов. Это просто: уровень и образ жизни в Шанхае уже почти не отличается от западного. Поэтому и число «болезней цивилизации» также оказывается довольно похожим. Скоро

аналогичные изменения произойдут и в других регионах Китая, как это уже происходит во многих частях мира.

Что это означает с точки зрения расходов на здравоохранение?

Ге: Расходы на здравоохранение уже растут. Я не в курсе последних данных по Китаю. Однако на Народном конгрессе, ежегодно проходящем в марте, большинство предложений членов Конгресса правительству связаны с образованием и медицинским обслуживанием. Правительство прикладывает много усилий для повышения уровня медицинского обслуживания. Определено 11 заболеваний, расходы на лечение которых принимает на себя государство, и в их числе острый инфаркт миокарда и врожденный порок сердца. Хотелось бы также добавить в этот список сердечную недостаточность. Но для этого потребуется много денег, и правительство не сможет покрыть все расходы. Не менее, если не более важной я считаю необходимость вкладывать больше денег в пропаганду здорового образа жизни. Мы должны объяснить людям, как сделать жизнь более правильной и здоровой; иначе они, даже став богатыми, потратят все эти

деньги на лечение. Многие люди просто не знают, как нужно жить, чтобы оставаться здоровыми. И это проблема, конечно, не только для Китая, но и для всего мира.

Увеличение сердечно-сосудистой заболеваемости означает, что людям нужно обеспечить доступ к сердечно-сосудистой диагностике и терапии, как медикаментозной, так и интервенционной...

Ге: Безусловно, в этом-то и проблема. Когда я вернулся из Германии в 1999 году, в Китае проводили в общей сложности около 4500 сердечно-сосудистых вмешательств в год. С тех пор это число ежегодно увеличивается примерно на 25 процентов. В 2011 году у нас было проведено 333 000 сердечно-сосудистых вмешательств; это означает, что Китай в настоящее время стал по этому показателю вторым в мире, уступая только США. Нет никаких сомнений, что число этих операций будет расти и дальше. На данный момент сердечно-сосудистые диагностика и лечение более доступны в крупных городах на востоке, чем, например, в Центральном Китае. И я думаю, что в этом отношении таким компаниям, как «Сименс», в нашей стране предстоит еще много работы. Они должны не только продавать оборудование, но также обучать молодых врачей правильному использованию современных технологий. Китайское правительство также предпринимает в этом отношении активные усилия. Министерство здравоохранения решило построить по всей стране около 100 учебных центров. Молодые врачи должны будут сначала пройти подготовку в этих центрах, и только потом получать лицензию на самостоятельное проведение вмешательств в больницах на местах.

В западных странах все чаще обсуждается направление развития интервенционной кардиологии. После публикации результатов исследования COURAGE и других аналогичных исследований многие специалисты утверждают, что диагностическую катетеризацию и другие вмешательства проводят слишком часто. Каково ваше мнение по этому поводу?

Ге: Мы в Китае также обсуждаем эти вопросы. Мы должны убедить коллег и пациентов в преимуществах новых

Профессор Джанбо Ге

Пока профессор Джанбо Ге еще не стал главным врачом отделения кардиологии в больнице Чжуншань, Университет Фудань, в Шанхае, он в течение почти десяти лет работал кардиологом в Германии. Д-р Ге получил докторскую степень в Университете Майнца, а затем возглавил лабораторию внутрисосудистых ультразвуковых исследований в больнице университета Эссена. В 1999 году д-р Ге вернулся в Китай по запросу Министерства гражданской администрации КНР. Он внес большой вклад в области проведения внутрисосудистого ультразвукового исследования и интервенционной кардиологии и подготовил более 200 научных и клинических публикаций.

методов лечения. В исследовании COURAGE при таких вмешательствах не было выявлено эффекта с точки зрения увеличения продолжительности жизни при стабильном течении ишемической болезни сердца. Я не был слишком удивлен этим результатом, поскольку считаю, что обычно определяющим фактором в отношении продолжительности жизни являются природные особенности человека. Что в действительности показало исследование COURAGE — это то, что проведение вмешательств позволяет существенно повысить качество жизни кардиологических больных. И именно этого наши пациенты и хотят в первую очередь. Кстати, при других заболеваниях ситуация сходная. Если пациент обратится ко мне с головной болью, я дам ему лекарства, позволяющие повысить качество его жизни. Я всегда говорю моим молодым коллегам: не злоупотребляйте имеющимися технологиями, но вы можете им доверять. Получено более чем достаточно доказательств, что течение ишемической болезни и, следовательно, качество жизни, улучшить возможно.

Занимаясь наукой, вы провели обширные исследования в области внутрисосудистого ультразвукового исследования (ВСУЗИ). Какую роль могут играть технологии визуализации в более целенаправленном

и индивидуализированном применении терапевтических методов в кардиологии?

Ге: Во-первых, если какое-либо вмешательство можно провести неинвазивно, его следует проводить неинвазивно, потому что это более удобно и менее болезненно для пациента. Во-вторых, во многих случаях существующие неинвазивные методы недостаточно точны, и в таких ситуациях альтернатив инвазивным кардиологическим вмешательствам на данный момент нет. Предложены некоторые перспективные неинвазивные методы визуализации, например, многосрезовая компьютерная томография или современная кардиологическая магнитно-резонансная томография. Думаю, что инновационное программное обеспечение позволит избежать необходимости использовать инвазивные технологии, такие как ВСУЗИ или интервенционное измерение фракционного резерва кровотока, при выборе оптимального лечения, например, при неоднозначном характере поражений. Значение неинвазивных методов визуализации будет увеличиваться. Однако инвазивная диагностика будет существовать еще много лет.

Прежде чем вы вернулись в Китай в 1999 году, вы в течение почти десяти лет работали в больнице университета Майнца, а позже в Эссене в качестве молодого врача и исследователя. В чем различия в медицине и, в частности, в кардиологии между Германией и Китаем?

Ге: Мне трудно сравнивать, потому что моя работа в Германии очень отличается от того, чем я сейчас занимаюсь в Китае. В Германии я был амбициозным молодым исследователем и пытался опубликовать как можно больше результатов. Когда я вернулся в Китай, мне неожиданно пришлось столкнуться с повседневной кардиологической практикой. Только в моем отделении обслуживается в год более 300 000 амбулаторных пациентов. Это огромное количество. С таким большим объемом работы действительно справиться трудно, и времени для научных исследований почти не остается. То, чему я научился в Германии, и то, что мне представляется действительно очень ценным, это умение задать вопрос «почему». Вопрос «почему» не только служит важным стимулом проведения исследования, он также полезен

в ежедневной клинической практике. Я всегда рекомендую ординаторам в больнице в Шанхае почаще спрашивать «почему?». И я напоминаю им, что они должны всегда уважать наставников, но никогда не считать их мнение незыблемым. Иногда и лучшие специалисты могут ошибаться.

Учитывая, что кардиология в Китае уже вышла на мировой уровень, стали бы вы все же советовать молодым китайским врачам отправляться на стажировку в другие страны?

Ге: Несомненно. Всегда важно узнать, как устроена медицина в других странах. Мой сын изучает медицину, и я настоятельно советую ему отправиться в ординатуру в Гейдельберг. В Германии он сможет узнать много нового. Немцы очень серьезно относятся ко многим вещам. Они могут научить вас не только, как следует решать проблему, но и как найти причину этой проблемы. Я помню, однажды у светофора я увидел пожилую женщину, которой было трудно ходить. Я предложил помочь ей перейти дорогу; в это время на светофоре загорелся красный сигнал. Она ответила: «а вдруг какой-нибудь ребенок, даже на другой стороне дороги, из окна увидит, что взрослые переходят дорогу на красный свет?» Немцы думают совсем иначе, чем мы.

Как и в других областях медицины, в кардиологии сейчас появляется множество новых методов лечения, в том числе на базе генетических исследований и изучения стволовых клеток. Играет ли эта «новая кардиология» какую-либо роль в Китае?

Ге: Да, эта отрасль существует. Но обучиться ей в Китае намного сложнее, чем во многих западных странах. Мы создали в Шанхае центр по изучению стволовых клеток и проводим в нем множество исследований на животных. Однако в отношении клинических исследований мы, конечно, отстаем от других стран, в том числе и от Германии.

Одной из общих особенностей и Германии, и Китая оказывается широкое признание методов народной медицины. Используете ли вы методы традиционной китайской медицины (ТКМ) при оказании кардиологической помощи в вашей больнице?



Филипп Гретцель фон Гретц (Philipp Grätzel von Grätz) — врач, MD, автор медицинских текстов, обсуждает вопросы кардиологической помощи в Китае с профессором Джанбо Ге в конференц-зале компании «Сименс» в Форхайме, Германия.

Ге: Нет, не используем. Я вообще не слишком хорошо знаком с ТКМ, так что могу и ошибаться. Но все же я считаю, что эффективность любого метода необходимо доказать, проведя для этого клинические исследования. Нельзя утверждать, что метод эффективен, основываясь только на своем личном опыте. Если дать пациентам выпить воды, 30% из них потом скажут, что почувствовали себя лучше. Но это не значит, что вода их вылечила. Я не против традиционных методов. Но я не буду активно рекомендовать их.

Каким вы видите будущее кардиологии? Сегодня между кардиологией, с одной стороны, и кардиохирургией, с другой, сохраняются значительные различия. Во многих случаях эти дисциплины конкурируют, что, безусловно, не всегда идет на пользу пациентам.

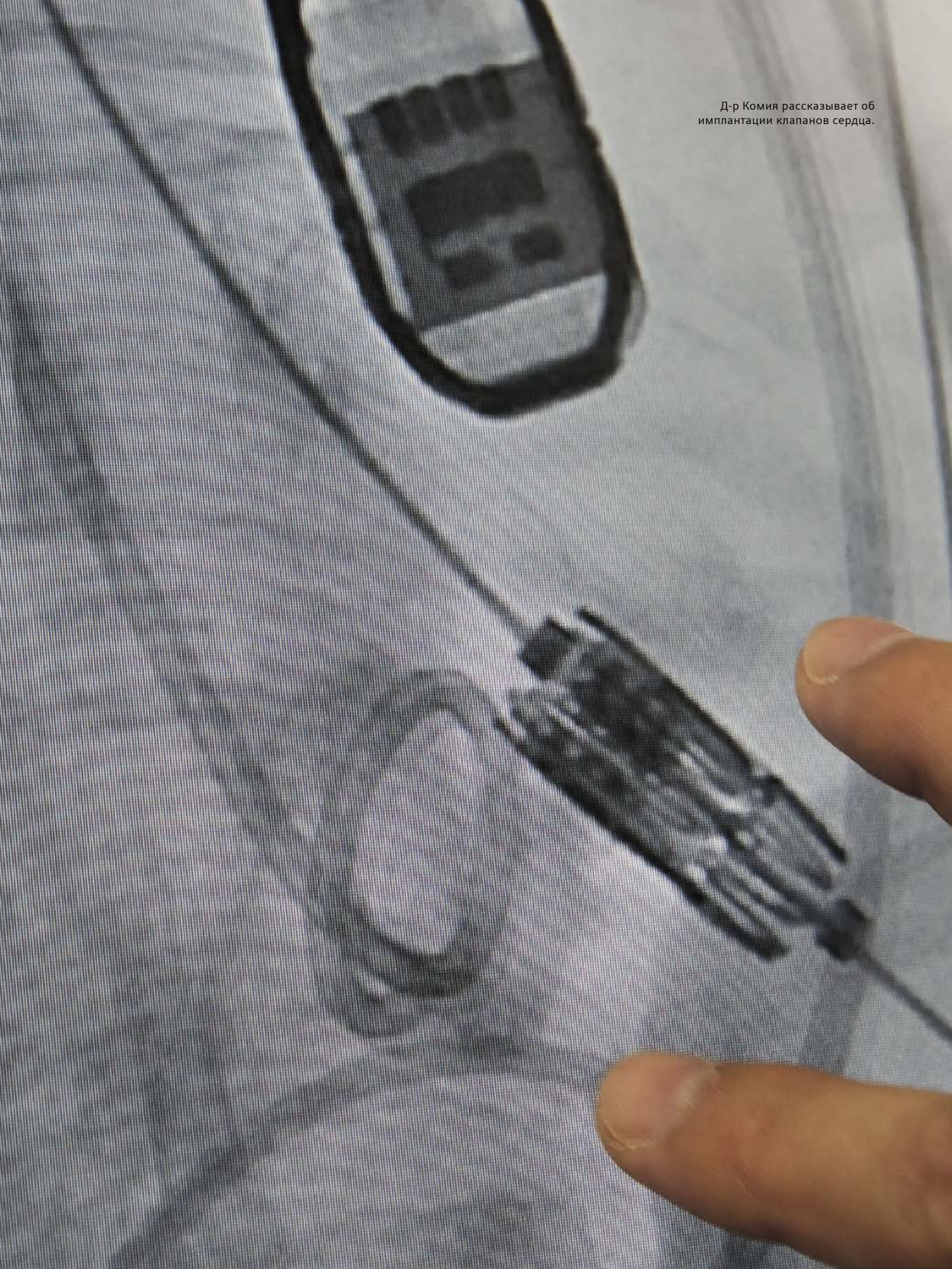
Ге: Действительно, такая проблема существует, но она не ограничивается кардиологией. Современная медицина рассматривает пациента по частям. Мы диагностируем заболевания головного мозга, желудка, сердца, и так далее, не пытаясь объединить их вместе. Я думаю, что это путь неправильный. В долгосрочной перспективе мы будем вынуждены пересмотреть подходы к медицине.

Мы должны учить молодых врачей рассматривать пациента более целостно. Важным моментом в этой дискуссии оказываются вопросы возмещения расходов. Одна из причин современного конфликта между дисциплинами заключается в том, что деньги идут не всем специалистам, а только проводившим лечение. Поэтому, когда я думаю о будущем кардиологии, я думаю о другом подходе к пациенту, но хотел бы также предложить использовать другие подходы и к оплате.

Филипп Гретцель фон Гретц (Philipp Grätzel von Grätz) — врач, переквалифицировавшийся во внештатного автора медицинских статей и книг, проживающий в Берлине, Германия. Основная область его интересов связана с биомедициной, медицинскими технологиями, ИТ в здравоохранении, вопросами политики здравоохранения.

Дополнительная информация
www.siemens.com/cardiology

Д-р Комия рассказывает об имплантации клапанов сердца.



Центральная больница Курасики
знаменита инновационными
процедурами.



Замена клапанов сердца — значительные перемены благодаря использованию гибридных операционных

В настоящее время продолжительность жизни жителей Японии существенно увеличилась, однако это значит, что в целом по стране стало больше пожилых пациентов, которым необходима замена клапанов сердца. Компания «Сименс» совместно с хирургами из Центральной больницы Курасики работает над внедрением менее рискованных транскатетерных вмешательств, которые во многих случаях позволяют избежать открытых операций на сердце.

Кларк Симадзу

Центральная больница Курасики — одно из трех медицинских учреждений Японии, где в последние годы многопрофильные хирургические бригады проводили клинические испытания транскатетерного введения клапанов Edwards. Целью является получение одобрения этих инновационных процедур от Министерства здравоохранения Японии. Во всех этих учреждениях имеются гибридные операционные с оборудованием «Сименс» — обычные операционные, оборудованные ангиографическими системами, что позволяет проводить как полостные, так и малоинвазивные операции в одной и той же операционной.

В Центральной больнице Курасики в операционной установлена ангиографическая система Artis zee компании «Сименс» с потолочным креплением штатива. Эта система обеспечивает во время процедур двумерную и трехмерную визуализацию и помогает многопрофильным бригадам карди-

охирургов и кардиологов выполнять вмешательства оптимальным образом. Проводить замену клапанов сердца в гибридной операционной также было рекомендовано в недавней совместной статье Общества торакальных хирургов (STS) и Американской коллегии кардиологов (ACC) — двух наиболее влиятельных в мире сообществ кардиохирургов и кардиологов.

Многопрофильная бригада в многопрофильной операционной

«Методы имплантации клапанов сердца невозможно осваивать в одиночку, поскольку для этого необходимо тесное сотрудничество различных специалистов, в том числе кардиологов-интервенционистов, эхокардиографистов, радиологов и кардиохирургов, таких как я, — объяснил д-р Тацухиро Комия (MD), заведующий отделением сердечно-сосудистой хирургии больницы. — С мая 2010 г., когда была запу-

щена наша совместная с компанией «Сименс» программа, каждый специалист не только проходил обучение по своей специальности, но и получал определенное представление о задачах других участников бригады, поскольку мы должны выполнять операцию согласованно и за очень короткое время». Первый цикл клинических испытаний особенно важен для Японии, где население стареет, и у многих пожилых людей сердечные клапаны изнашиваются и уже не могут нормально функционировать. Аорта — самая крупная артерия в организме, поэтому нагрузка кровотока на аортальный клапан больше, чем на другие клапаны сердца. Однако пожилым людям, страдающим большим количеством сопутствующих заболеваний, открытые операции на сердце противопоказаны, в связи с высоким риском. «Более 30 лет мы полагались на открытые операции на сердце, а они требуют вскрытия грудной клетки, — сообщил д-р Комия. — Многие пациенты



Тацухиро Комия (MD), заведующий отделением сердечно-сосудистой хирургии в Центральной больнице Курасаики, г. Курасаики, Япония

с дефектами клапанов сердца старше 70 лет. Среди населения нашей страны в год выявляют порядка 10 000 случаев дегенеративного поражения клапана аорты, однако медицинским учреждениям приходится отказывать многим потенциальным пациентам по причине их преклонного возраста и плохого физического состояния. В связи с этим в Центральной больнице Курасаики в год проводят только 70 открытых операций на сердце».

Транскатетерная операция

Кардиологическая бригада больницы Курасаики работает над двумя вариантами транскатетерной замены клапанов сердца — трансапикальным и трансфеморальным. Искусственный аортальный клапан Edwards вводят трансапикально, посредством специального катетера с системой доставки, который через хирургический прокол проводят в область верхушки левого желудочка.

Конструкция этих протезов клапанов, выпускаемых компанией Edwards LifeSciences (Ирвин, шт. Калифорния, США), проста, как все гениальное. Их производят из бычьей ткани, по форме и размеру аналогично есте-

ственным клапанам сердца человека. Эти биологические клапаны расширяются с помощью стентов из проволочной сетки, которые при раскрытии надежно удерживают клапан в нужном месте. Клапан Edwards не требует предварительного удаления собственного клапана пациента; вместо этого он вводится внутрь дефектного клапана, раздвигает его створки и немедленно принимает на себя функцию поддержания одностороннего движения кровотока. Транскатетерное введение сводит к минимуму или полностью устраняет необходимость проводить открытую операцию на сердце и риск травм, связанный со вскрытием большей части грудной клетки. К тому же время пребывания в операционной оказывается гораздо меньшим, а экстракорпоральное кровообращение с помощью аппарата искусственного кровообращения не требуется. Для точной установки клапана Edwards требуется гармоничная работа множества компонентов, в том числе нескольких высокотехнологичных визуализационных систем, интенсивное планирование и подготовка, мониторинг в реальном времени и тесное взаимодействие многопрофильной бригады специалистов.

Баллонная установка

Комия отметил: «Самый важный этап — совмещение клапанного кольца с аортальным кольцом между левым желудочком и проксимальным отделом восходящей аорты. Клапан должен быть расположен точно на этой линии, не слишком далеко и не слишком близко от отметки».

Эхокардиография, предоперационная компьютерная томография и интраоперационная визуализация с технологией syngo® DynaCT позволяют операционной бригаде получить трехмерную схему ориентации. Кроме того, для получения оптимальных изображений в процессе перемещения катетера в реальном времени клапан должен располагаться перпендикулярно рентгеновской проекции. Клапан Edwards Sapien сжимают вокруг баллонного катетера с помощью обжимных щипцов до достаточно малого диаметра, позволяющего разместить его внутри аортального клапана пациента. В это время кардиохирург с помощью скальпеля формирует межреберный доступ непосредственно над верхушкой сердца. После наложения кисетных швов хирург прокалывает верхушечную

область и вводит тубус проводника. На сердце накладывают отведение временного кардиостимулятора. Через тубус вводят катетер с клапаном. Поворачивая регулятор, оператор управляет гибким катетером, изгибая его в направлении и внутрь пути оттока левого. После проверки точного совмещения, временный кардиостимулятор начинает стимулировать левый желудочек с частотой до 200 уд./мин. Сердце сокращается настолько быстро, что сердечный выброс становится минимальным. Баллон раздувается, расширяя стент и фиксируя биологический клапан в необходимом месте. После этого кардиостимулятор отключают, а баллон сдувают. Сердце начинает снова перекачивать кровь. Бригада проверяет, что клапан Edwards прочно закреплен и функционирует. Катетер и электрод кардиостимулятора извлекают. Затем хирург вынимает тубус проводника, и закрывает прокол на сердце.

«Для меня это самый напряженный момент, поскольку любое неверное движение пальцев может привести к катастрофическим последствиям, — заметил Комя. — Когда я закрываю разрез на грудной клетке и коже, сердце продолжает сокращаться». Выполнение всех этих многообразных задач занимает в общей сложности всего 12—14 минут.

Вопросы позиционирования

«Перед операцией проводится огромная работа по планированию, — сообщил Комя. — Бригада изучает эхокардиограммы и рентгеноскопические изображения каждого пациента под различными углами, чтобы иметь возможность расположить клапан точно в нужном месте».

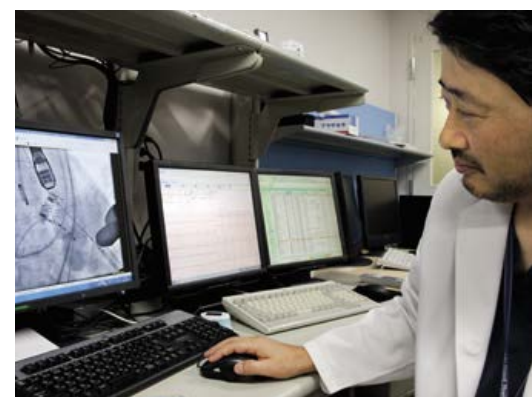
Если аортальный клапан окажется смещен от кольца аорты всего на несколько миллиметров, потребуется проводить процедуру введения «стент-в-стент» — вводить второй протез, который будет прочно удерживать первую на месте. «При одной из наших первых операций клапан оказался расположен слегка неточно, — вспоминает Комя. — Поскольку мы сомневались относительно надежности его фиксации, бригада провела процедуру «стент-в-стент». С тех пор клапан надежно держится без каких-либо неблагоприятных последствий для пациента.

«Если бы клапан сместился, последствия могли бы быть ужасными, — добавил Комя. — В этом случае нам пришлось бы сразу же начать открытую операцию на сердце». Впрочем, это не вызвало бы технических затруднений, поскольку процедура проводится в гибридной операционной. Если что-то пойдет не так, можно быстро перейти к альтернативной процедуре замены клапана. «У одного из наших пациентов коронарный сосуд оказался закупорен из-за расширения клапана, так что нам сразу же пришлось перейти к открытой операции на сердце; хорошо, что наша операционная гибридная», — рассказал Комя. — По результатам испытаний клапанов аорты в Центральной больнице Курасики были разработаны клапаны меньшего диаметра, лучше подходящие для японских пациентов, телосложение которых в среднем менее плотное, чем европейцев или американцев.

Конечно, более обширные исследования и разработки в отношении конструкции клапанов можно будет проводить только после одобрения этой инновационной технологии замены клапанов министерством здравоохранения. «Как и в Америке, система здравоохранения Японии требует проведения сравнительных клинических испытаний инновационных процедур, — сообщил Комя. — Мы должны придерживаться строгих стандартов документирования данных, чтобы удовлетворить жестким требованиям к испытаниям новых медицинских методов».

Центральная больница Курасики, а также две другие больницы (в Осаке и Сакакибаре) в настоящее время наблюдают за процессом реабилитации примерно 50 пациентов, добровольно принявших участие в испытаниях новой процедуры замены клапанов сердца. Некоторым из этих пациентов был установлен клапан Medtronic CoreValve — клапан аорты, который имплантируется через бедренную артерию, а не через верхушку сердца. «Этот метод быстро развивается, и японские пациенты и врачи полны энтузиазма, — заключил Комя. — Это новый рубеж для медицинской науки и хирургической практики как в Японии, так и во всем мире».

Кларк Симадзу — научно-технический журналист из г. Чиангмай (Таиланд).



«Каждый специалист должен был не только приобрести специальные навыки, но и получить определенное представление о задачах других участников бригады».

Тацухиро Комя (MD), заведующий, отделение сердечно-сосудистой хирургии, Центральная больница Курасики, г. Курасики, Япония

Дополнительная информация
www.siemens.com/surgery

Уникальное решение для ОФЭКТ: технология IQ•SPECT ускоряет исследования сердца

Университетская больница Медицинской школы Университета шт. Мичиган (Энн-Арбор, шт. Мичиган, США) уже давно обеспечивает высочайшие стандарты обслуживания пациентов. Два года назад эта больница одной из первых внедрила технологию IQ•SPECT, разработанную Департаментом молекулярной визуализации компании «Сименс», что позволило ей не только вывести ОФЭКТ/КТ исследования на новый уровень, но и завоевать еще более широкое признание врачей и пациентов.

Джина Нарциси

Эффект доказан в клинических исследованиях

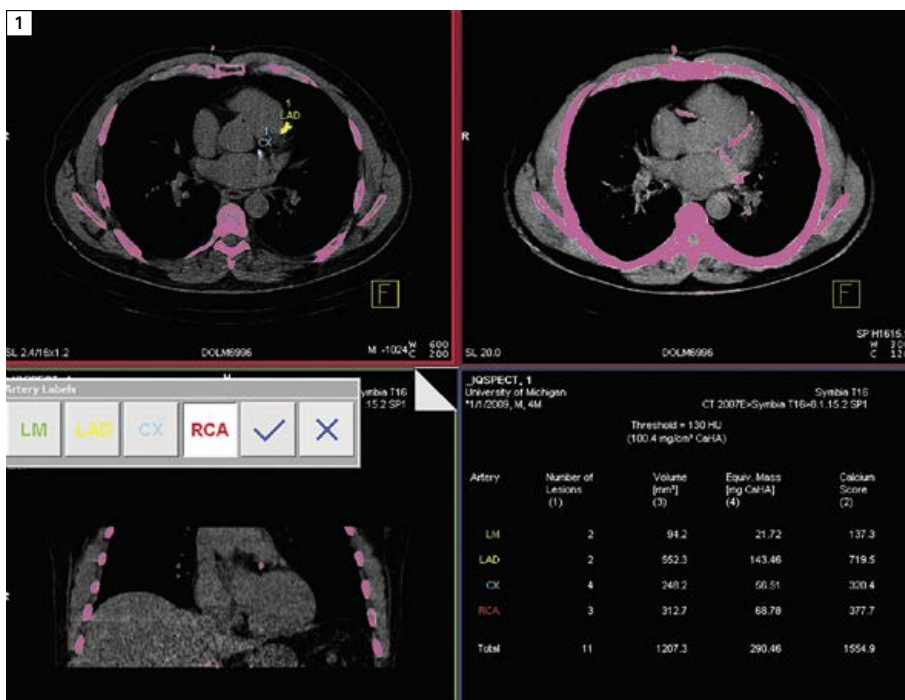
В клиническом исследовании, проведенном Университетом шт. Мичиган, 54 пациентам, которым были показаны исследования перфузии, проводили исследование продолжительностью 15—20 минут на ОФЭКТ/КТ-системе Symbia T16 компании «Сименс», а затем четырехминутное исследование на той же системе с использованием технологии IQ•SPECT.

Проанализировав данные, врачи обнаружили хорошее или отличное качество при традиционной ОФЭКТ и при использовании технологии IQ•SPECT. По результатам исследований сделан вывод, что четырехминутное исследование перфузии с помощью технологии IQ•SPECT позволяет получать изображения, сравнимые по качеству с обычной ОФЭКТ/КТ. Технология IQ•SPECT повышает эффективность использования системы. Хотя для быстрой визуализации сердца существуют и другие системы, большинство из них представляют собой специализированные кардиологические системы, не имеющие возможность проводить другие виды исследований кроме кардиологических. «Опция IQ•SPECT для ОФЭКТ/КТ-системы Symbia T16 позволяет использовать одну и ту же систему и для обычных радионуклидных ОФЭКТ/КТ-исследований, и для проведения кардиологических исследований, переходя от одного типа исследования к другому за считанные минуты, — заявил д-р Джеймс Корбетт, MD, руководитель подразделения радионуклидных исследований сердца и сосудов в отделении радиологии отделения ядерной медицины системы здравоохранения Университета шт. Мичиган. — Опция IQ•SPECT обеспечивает системе гибкость в применении».

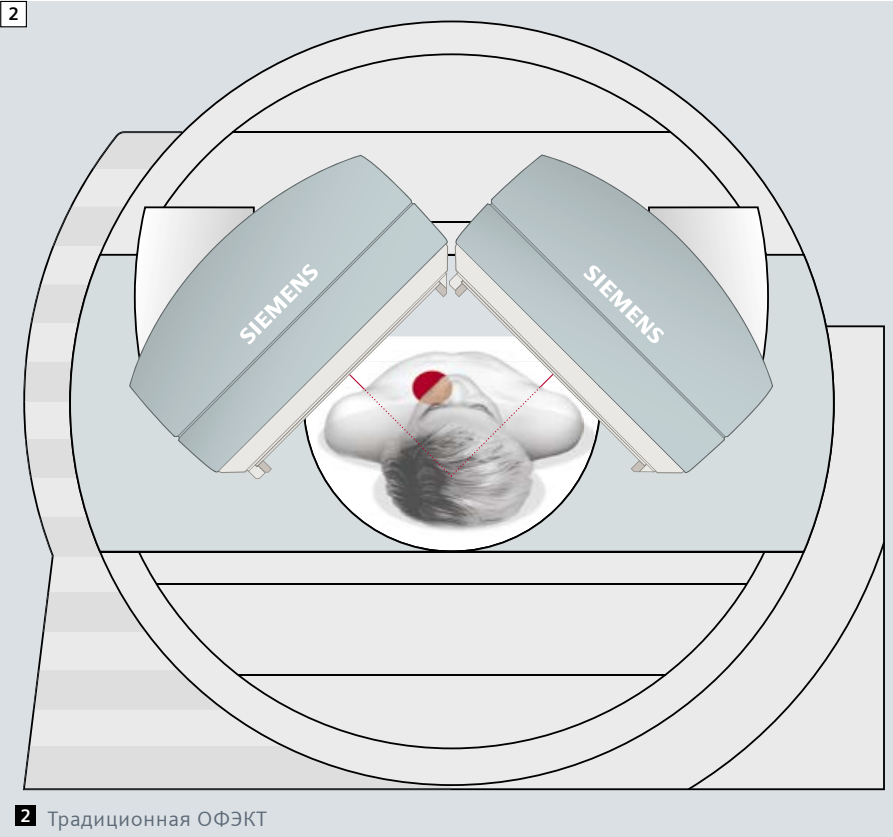
Максимальная скорость

По словам Корбетта, технологию IQ•SPECT можно использовать для большинства пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Впрочем, он отметил, что особенно она эффективна при сердечной недостаточности или легочных заболеваниях, при которых пациенту может оказаться тяжело пролежать без движения дольше нескольких минут. «Возможность провести ОФЭКТ-исследование целиком всего за четыре минуты — это очень важное преимущество», — сообщил он.

Лечащие врачи также высоко оценили такую гибкость системы. «Это открывает путь к исследованию пациентов, которые не могли перенести обычную ОФЭКТ из-за слишком плохого состояния здоровья, — объяснил Корбетт. — Возможность провести исследование у такого пациента всего за пять минут — это, по сути, единственная возможность провести такое исследование вообще». При разработке технологии IQ•SPECT учитывали удобство пациентов. Хотя их положение на столе не изменилось, был усовершенствован подголовник, а детекторы находятся



1 КТ исследование для оценки кальциатов в коронарных артериях. Выявлена высокая кальцификация всех трех коронарных артерий



не так близко к телу пациента, как в традиционной ОФЭКТ-системе, благодаря чему для пациентов с клаустрофобией исследования стали комфортнее. «Пациенты очень довольны, — заметил Корбетт. — Мы прошли через длительный этап двойной визуализации — с помощью традиционного протокола и с помощью технологии IQ•SPECT. Несомненно, исследования с технологией IQ•SPECT предпочтительнее и для пациентов, и для врачей».

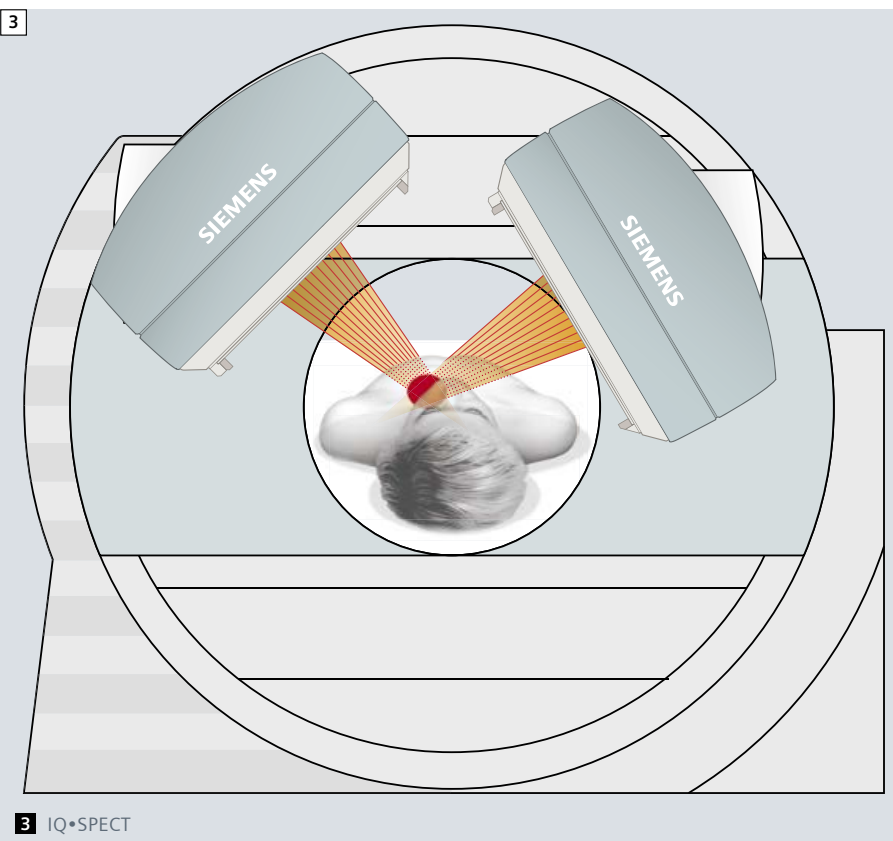
Минимальная доза радиофармпрепарата

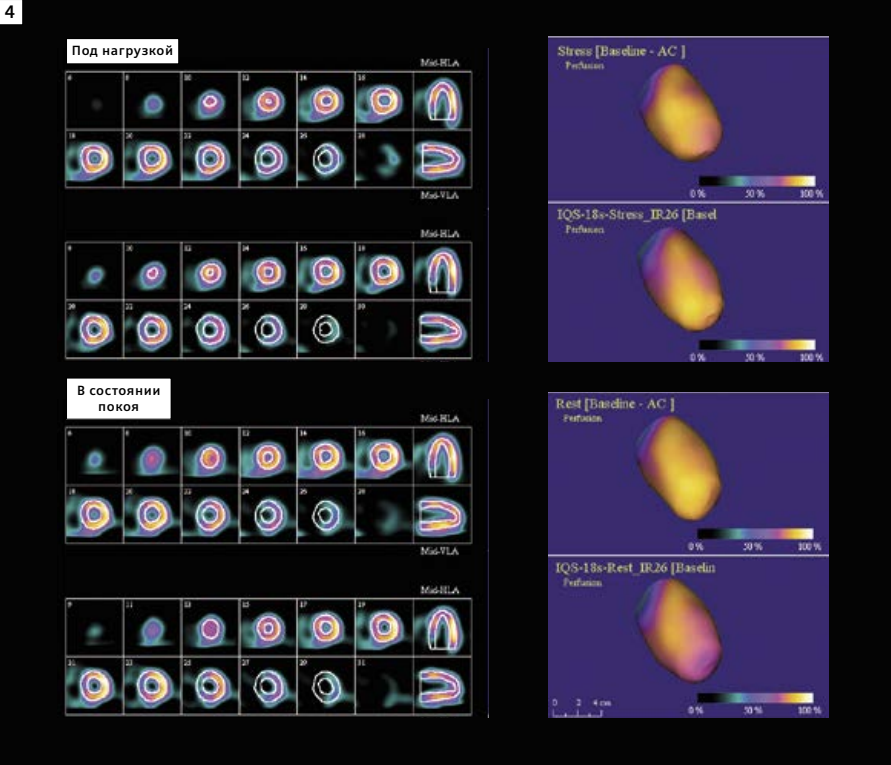
При исследованиях по технологии IQ•SPECT лучевая нагрузка за четыре минуты не отличается от таковой при традиционных ОФЭКТ-исследованиях длительностью 15—20 минут. Впрочем, в течение четырехминутного сканирования сбор данных продолжается лишь две минуты, а оставшиеся две минуты уходят на перемещение гентри и детектора. «Продлив время сбора данных всего на две минуты, можно вдвое увеличить объем визуализационных данных, — объяснил Корбетт. — Таким образом, если использовать половину дозы радиофармпрепарата и увеличить время сканирования с четырех до шести минут, статистика для изображений будет такой же, как и для исследования с полной дозой».

По его словам, дозу радиофармпрепарата можно подбирать с учетом состояния пациента. При удовлетворительном состоянии и отсутствии ограничений, накладываемых тяжелыми заболеваниями или клаустрофобией, можно вводить половинную дозу. С другой стороны, такое решение позволяет вводить полную дозу в случаях, когда время пребывания на столе нужно ограничить, и сократить время проведения исследования, получая при этом тот же объем данных, что и при исследовании в четыре раза более длительном.

Внедрение и эксплуатация

В лаборатории радионуклидных исследований сердца и сосудов в новом сердечно-сосудистом центре, расположенном рядом с университетской больницей, технологию IQ•SPECT внедрили в уже установленную ОФЭКТ/КТ-систему Symbia T16. Первоначальной целью было снизить время сканирования при кардиологических ОФЭКТ-исследованиях





4 ОФЭКТ исследование перфузии миокарда. Перфузия оказалась в пределах нормы и при нагрузке, и в покое

в случаях, когда пациентам из-за тяжелого состояния было бы сложно перенести сканирование в течение 12, 15 или 20 минут, сообщил Корбетт. «Возможность провести сканирование сравнимого качества всего за четыре минуты оказалась очень привлекательной», — заметил он. Хотя в 95% случаев эту визуализирующую систему используют для кардиологических исследований, благодаря ее гибкости в случае, если основной лаборатории радионуклидных исследований потребуются дополнительные мощности, ее можно за считанные минуты подготовить к радионуклидным исследованиям других областей тела.

Продуманные технологии

Три базовых технологии IQ•SPECT — коллиматоры SMARTZOOM, кардиоцентрический сбор данных и алгоритм реконструкции IQ•SPECT — позволяют ускорить проведение исследований, повысить разрешение изображений и уменьшить дозу радиофармпрепарата. Корбетт считает усовершенствованный коллиматор SMARTZOOM является ключевым элементом, позволяющим ускорить рабочий процесс и снизить лучевую нагрузку.

Пятиминутное исследование сердца состоит из четырехминутного ОФЭКТ-сканирования с полным количеством импульсов и одноминутной поправки на ослабление на основе данных КТ и оценки количества кальциатов. Уникальная возможность системы: в центре поля обзора изображение сердца увеличено, но при этом изображение туловища не усекается. Это позволяет получить максимум информации о сердце за время исследования, в несколько раз меньше, чем при обычной ОФЭКТ. Технология кардиоцентрического сбора данных IQ•SPECT задействует гибкие возможности перемещения гентри в платформе Symbia. Она позволяет вращать детектор вокруг виртуального центра вращения, расположенного таким образом, чтобы визуализация сердца всегда происходила в наиболее чувствительной области коллиматора. В дополнение к кардиоцентрическим коллиматорам и средствам сбора данных, предусмотрен алгоритм трехмерной итерационной реконструкции IQ•SPECT, полностью моделирующий положение каждого из 48 000 отверстий в коллиматоре. Этот алгоритм обеспечивает восстановление изотропного (трехмерного)

разрешения с учетом расстояния, поправку на ослабление на основе данных КТ и поправку на рассеяние с учетом энергетического диапазона. Эта интеллектуальная технология также включает в себя мощную функцию полуавтоматического позиционирования пациента, позволяющую определять положение сердца с использованием сенсорного экрана и оптимизирующую определение орбиты гентри для работы с различными категориями пациентов, в том числе как среднестатистических пациентов, так и тучных пациентов и детей. По словам Корбетта, благодаря этой хорошо продуманной функции подготовка к исследованию занимает всего лишь от 30 секунд до одной минуты.

Джина Нарциси — медицинская журналистка, в основном специализирующаяся в вопросах визуализации и кардиологии. Она работает в шт. Род-Айленд, США.

«Возможность провести сканирование со сравнимым качеством всего за четыре минуты оказалась очень привлекательной».

Д-р Джеймс Корбетт, MD, руководитель подразделения радионуклидных исследований сердца и сосудов в отделении радиологии отделения ядерной медицины системы здравоохранения Университета шт. Мичиган

Невероятные достижения

Компания «Сименс» недавно подключила к своей системе дистанционного обслуживания Siemens Remote Service (SRS) 100 000-ю систему. С помощью этой системы был обеспечен мониторинг состояния медицинского оборудования в быстроразвивающейся сети медицинских центров Siloam Hospitals Group в Индонезии: она стала идеальным решением для обслуживания лечебных учреждений, многие из которых находятся в отдаленных регионах, для страны с населением более 200 млн человек, растянувшейся по архипелагу длиной 4800 километров.

Кларк Симадзу

В комплексном онкологическом центре Mochtar Riady в Джакарте, входящем в индонезийскую сеть медицинских центров Siloam Hospitals Group, сервисный инженер компании «Сименс» Адам Трой вместе с сотрудниками центра распаковал маммограф MAMMOMAT Inspiration. Связавшись с сервисным центром в штаб-квартире компании «Сименс», чтобы запланировать пробное включение всех систем, группа Адама Троя вновь посетила больницу через восемь дней для проведения пуско-наладочных

работ. Нажатие кнопки — и активировались встроенные датчики, проверяя внутреннюю температуру и уровни масла; мгновение спустя начал генерироваться электронный сигнал. Почти сразу же эти импульсы отразились в виде потока данных на экране компьютера в международной штаб-квартире сервисной службы компании «Сименс» в городе Эрланген, в Германии. Специалист проследил последовательность событий, чтобы выявить признаки сбоев в работе оборудования, но система дистан-

ционного обслуживания компании «Сименс» SRS сообщала, что маммограф работает безупречно. «При первом же испытании система SRS начала работать без задержки и сообщила об отсутствии проблем, — отметил Даниэль Чартавигуна, руководитель индонезийского отделения службы поддержки клиентов компании «Сименс» со штатом в 20 человек, расположенного в Джакарте. — С тех пор система MAMMOMAT Inspiration продолжает работать без нарушений».





Д-р Нина Супит (слева) и д-р Вера Невита очень довольны комплексным пакетом компании «Сименс», обеспечивающим надежную работу и высококлассное обслуживание.

«SRS позволяет нашим сервисным инженерам быть рядом с пользователями, даже работая на большом расстоянии».

Даниэль Чартавигуна, руководитель отделения службы поддержки клиентов компании «Сименс», Джакарта, Индонезия

В этот момент они с коллегами в Джакарте еще не знали, что электронный сигнал, прошедший через Индийский океан и через всю Евразию, означал очередную веху в истории компании «Сименс»: к инфраструктуре SRS была подключена 100 000-я система.

Вполне логично, что этот рубеж был достигнут именно в Индонезии, оправившейся от азиатского финансового кризиса конца 1990-х годов и ставшей одной из наиболее активно развивающихся экономик в регионе. В этой стране быстрое экономическое развитие и урбанизация стимулируют процессы модернизации и расширения лечебных учреждений.

«Я горжусь, что наши медицинские центры в Индонезии получили международное признание, — заявил д-р Сиан Тжоу, руководитель отдела безопасности и администрирования подразделений Siloam Hospitals Group. — К решению установить эту маммографическую систему нас подтолкнула превосходная работа сервисной службы компании „Сименс“ в Джакарте».

Д-р Сиан Тжоу сообщил, что за пять лет работы с визуализационными системами компании «Сименс» отделение сервисной службы в Джакарте всегда своевременно

обеспечивало поддержку больницам Siloam. «Радиологи наших основных больниц в столице не только работают с собственными пациентами, но и помогают в реализации текущего плана развития сети Siloam, поэтому мы очень ценим то, что представители компании „Сименс“ выявляли все проблемы на самых ранних стадиях, еще до того, как это могло вызвать сбой в работе. Нам совершенно не приходилось беспокоиться о состоянии оборудования, поэтому мы могли сконцентрировать внимание на своих приоритетных задачах». Siemens Remote Service (SRS) — дистанционный мониторинг и обслуживание оборудования компании «Сименс» позволяет выявлять проблемы на ранних стадиях, еще до того, как они могут вызвать сбой в работе и привести к длительным простоям, связанным с ремонтом оборудования. Еще до достижения столысячного рубежа, в декабре 2007 г., группа Чартавигуны подключила

к службе SRS компьютерные томографы (КТ) SOMATOM® в больницах Siloam в Кебон-Джеруке, западном округе Джакарты, и в спальном районе Липпо-Вилледж в Каравачи, на западе от столицы. Д-р Сиан Тжоу высоко оценил комплексный пакет предложений компании «Сименс», включающий в себя, помимо надежно работающих томографов, также и договор на обслуживание, обеспечивающий заблаговременное выявление и предотвращение проблем. По сравнению с более старым и не столь инновационным оборудованием, установленным в больницах прежде, системы, подключенные к дистанционному мониторингу SRS выходили из строя реже, что уменьшало нарушения в обслуживании пациентов. В связи с огромным количеством пациентов индонезийским больницам дорога каждая минута.

Своевременное выявление и быстрое реагирование

Коротко рассказав об основах работы комплекса SRS, руководитель отделения службы поддержки Чартавигуна объяснил, что датчики постоянно отслеживают тренды внутренней температуры и давления масла в рентгеновских трубках КТ-систем и уровни охлаждающей жидкости в магнитно-резонансных томографах (МРТ). Эти данные в реальном времени передаются по фиксированному каналу связи в сервисный центр в Германии, а также позволяют связаться с местным и региональным представителями сервисной службы. Эксперты просматривают потоки данных, поступающие от визуализационных систем со всего мира, чтобы выявить признаки нарушений. Если сервисный инженер компании «Сименс» в центре поддержки клиентов обнаруживает потенциальную проблему, он проводит предварительный анализ, а затем отправляет уведомление в локальную сервисную службу — в данном случае в представительство сервисной службы компании «Сименс» в Джакарте. «Получив уведомление, один из наших сервисных инженеров проводит детальный анализ, чтобы точно определить характер проблемы, — сообщил Чартавигуна. — Если для устранения проблемы требуются какие-либо запасные части, сервисный инженер получает их с нашего склада, после чего отправляется в лечебное

Компания «Сименс» — лидер в дистанционной поддержке

Создав инфраструктуру SRS, компания «Сименс» стала лидером в дистанционной поддержке; это решение постоянно совершенствуется с учетом потребностей конкретных регионов. Благодаря этому лечебные учреждения могут более уверенно планировать возможности работы с системами оборудования, а это в свою очередь помогает им сконцентрироваться на своей основной задаче — на уходе за пациентами. Компания «Сименс» уже более 20 лет работает в области дистанционной поддержки:

- | | |
|------|---|
| 1985 | • Первое прямое модемное подключение к КТ-системам в Великобритании. |
| 1996 | • Децентрализованная инфраструктура в 18 странах с пятью независимо администрируемыми серверными системами. |
| 2000 | • Разработка приложений для дистанционного обслуживания. |
| 2004 | • Внедрение дистанционной инфраструктуры с централизованным администрированием в рамках Сектора здравоохранения компании «Сименс». |
| 2005 | • Внедрение услуг для повышения производительности труда: программа защиты Siemens Guardian Program™, антивирусные средства компании «Сименс», программа визуализации эффективности использования оборудования «Сименс» (Utilization Management). |
| 2009 | • Сертификация инфраструктуры SRS по стандарту ISO 27001. |
| 2010 | • Начало использования дистанционного обновления систем. |
| 2011 | • Услуги удаленной поддержки приложений <i>syngo</i> ®, например <i>syngo Remote Assist</i> , на базе надежной инфраструктуры SRS. |
| 2010 | • Дистанционная поддержка пользователей специалистами по применению оборудования компании «Сименс» с помощью интерактивного удаленного рабочего стола. |
| 2011 | • Внедрение возможностей подключения SRS для мобильных медицинских устройств, например ультразвуковых систем с интернет-связью. |



«Теперь мы можем избавить женщин от боли и волнения, а также от крупных расходов, связанных с онкологическими операциями».

Д-р Нина Супит, больничная сеть Siloam Hospitals Group, Джакарта, Индонезия

учреждение клиента. Дорогостоящие запчасти доставляются на самолетах из одного из трех Международных центров поставок, однако прохождение таможи может занять некоторое время. Таким образом, SRS позволяет провести необходимые первоначальные действия. Без дистанционного обслуживания процесс диагностики и ремонта мог бы увеличить время простоя на неделю, особенно если поломка случится на отдаленном острове».

Чартавигуна отметил, что наиболее распространенные проблемы связаны с перегревом микросхем и с колебаниями давления масла из-за утечек в трубке в результате естественного износа, но при этом добавил: «Впрочем, был один случай, когда сигнал через SRS от компьютерного томографа SOMATOM Definition оказался каким-то странным. Этот сигнал возникал лишь время от времени, но в конечном итоге мы нашли его причину — неисправный вентилятор. Наша группа установила новый вентилятор еще до того, как из-за перегрева могли возникнуть какие-либо проблемы».

Помимо прочего, комплекс SRS позволяет специалистам из центра поддержки клиентов оперативно корректировать нарушения в работе программного обеспечения. «Впрочем, мы пока еще не использовали функцию оперативного устранения неполадок в программном обеспечении (ПО), поскольку в больницах наших клиентов в Индонезии проблем в ПО не возникало», — заметил Чартавигуна.

Он еще раз подчеркнул, что система SRS жизненно необходима для работы на архипелаге из 17 000 островов, растянувшимся на 4800 километров — это на 1000 км больше, чем расстояние от Сиэтла до Нью-Йорка. «Командировочные расходы могут повысить стоимость обслуживания, особенно если нашим сотрудникам приходится вылетать в отдаленный район несколько раз, — заявил Чартавигуна. — SRS позволяет нашим сервисным инженерам быть рядом с пользователями даже при работе на расстоянии, заранее планировать свои действия и проводить ремонт за один визит».



«К решению установить эту маммографическую систему нас подтолкнула превосходная работа сервисной службы компании „Сименс“ в Джакарте».

Д-р Сиан Тжоу,
руководитель отдела безопасности
и администрирования подразделений,
больничная сеть Siloam Hospitals
Group, Джакарта, Индонезия

Утрата, побудившая к невероятным свершениям

Что радиологи из клиник сети Siloam в Джакарте думают о дистанционном обслуживании оборудования компании «Сименс» (SRS)? Д-р Вера Невита из больницы в Кебон-Джеруке, которая начала работать сразу же по окончании медицинского института и стала одним из первых пользователей, осваивавших работу с томографами «Сименс», ответила: «Обслуживание компании „Сименс“ настолько надежное, что мы его даже не замечаем, поскольку поломки в оборудовании происходят крайне редко». Она добавила, что незаметная, но эффективная работа Siemens Remote Service (SRS) согласуется с корпоративной культурой компании «Сименс». «Проходя обучение в учебном центре компании „Сименс“ в Эрлангене, в Германии, я была впечатлена удобными современными технологиями и компетентностью преподавателей, — вспоминает Невита. — Наша группа радиологов может сконцентрироваться на развитии навыков визуализации и диагностики, поскольку аппаратных проблем практически не возникает».

Одна из главных целей Мочтара Риادي, основателя сети клиник Siloam — «международное качество медицинского обслуживания». Д-р Нина Супит, которую считают «живой легендой» радиологии в Индонезии, объяснила, почему больницы сети Siloam приобретают только самое лучшее оборудование — например, систему МАММОМАТ Inspiration компании «Сименс», ставшую стотысячной



Все КТ компании «Сименс» в клиниках сети Siloam подключены к системе дистанционного мониторинга SRS.

системой, подключенной к Siemens Remote Service. «Когда примерно 40 лет назад я начинала карьеру радиолога, оплатить дорогостоящую процедуру сканирования могли позволить себе только женщины из богатых семей, — сообщила Супит. — Однако даже самые богатые женщины часто приходили на маммографию лишь после обнаружения опухоли, и оказывалось уже слишком поздно, чтобы молочную железу можно было спасти». В наше время высокоскоростная маммография в сочетании с удобным ПО сокращает время исследования, что значительно снижает стоимость процедуры; таким образом, сеть клиник Siloam Hospitals может предложить регулярное проведение обследования и не столь обеспеченным женщинам. «Теперь мы обнаруживаем опухоли на самых ранних стадиях и можем избавить женщин от боли и волнения, а также от крупных расходов, связанных с онкологическими операциями», — заявила д-р Супит. Мочтар Риади воплощает в жизнь свою неизменную мечту — обеспечить на своей родине доступное здравоохранение даже для самых бедных семей. Его мотивы носят исключительно личный характер и связаны с детским переживанием. Д-р Сиан Тжоу объяснил: «Мочтар Риади, исключительно активный бизнесмен и организатор, нашел время для того, чтобы рассказать всем своим сотрудникам, как его мать умерла при родах, потому что семья не могла себе позволить оплатить визит в больницу. Многие десятилетия он не отступает от своего стремления к тому, чтобы дети Индонезии не лишались родителей из-за бедности». Память об утрате матери сподвигла Мочтара Риади на то, чтобы, добившись успеха в бизнесе, создать сеть клиник больниц Siloam Hospitals; это произошло в 1995 году, при планировании нового района Липпо-Вилледж в г. Каравачи, пригороде Джакарты. Вдохновившись высокими устремлениями основателя, врачи, медсестры, электротехники, связисты, администраторы и строители усиленно трудятся по всему архипелагу, помогая выполнить его обещание. К приближающемуся 30-летию юбилею больниц Siloam Hospitals невероятная мечта юноши стала реальностью.

Кларк Симадзу — научно-технический журналист из г. Чиангмай (Таиланд).

Выводы

Задача:

- Мониторинг состояния современного медицинского оборудования на больших расстояниях для выявления потенциальных проблем, анализа причин нарушений и направления сервисных инженеров к заказчику еще до того, как в работе оборудования возникнут сбои.
- Уменьшение времени простоя оборудования в больницах, обслуживающих большое количество пациентов, в развивающейся стране с большим населением и с ограниченными медицинскими ресурсами.
- Быстрая и экологически чистая доставка запасных частей из местного сервисного центра или из-за границы на самолетах со своевременным растаможиванием для отправки ремонтной бригады в лечебное учреждение заказчика.

Решение:

- Координация между экспертами в европейском сервисном центре и сервисными инженерами из местных представительств по всему миру, позволяющая быстро оповещать их о потенциальных проблемах.
- Анализ экспертами показаний датчиков и журнала событий в системе, полученных через SRS позволяет выявлять конкретные причины сбоев в работе оборудования.
- Быстрая доставка запчастей с местного или международного склада после анализа предупреждений в системе дистанционного мониторинга SRS.
- Применение возможностей SRS для более раннего выявления неполадок и ускорения ремонта.
- Распространение SRS даже на некоторые из самых отдаленных островов.

Результат:

- Высокоэффективная работа сервисной службы, побудившая больницу приобрести маммографическую систему, которая стала сотысячным устройством, подключенным к инфраструктуре SRS.
- Отсутствие серьезных нарушений в процессах приема пациентов или работы врачей из-за поломок оборудования.
- Общая эффективность и надежность систем, позволяющая администрации и собственному техническому персоналу лечебных учреждений полностью сконцентрироваться на плане расширения сети клиник.
- Сокращение выбросов CO₂ в результате уменьшения количества необходимых выездов к заказчику, благодаря удаленному выяснению причин сбоев и обеспечению поддержки.
- Возможность в будущем воспользоваться другими передовыми услугами, например дистанционным обновлением, дистанционной поддержкой приложений и дистанционным распространением ПО.
- Высочайший стандарт качества обслуживания.

Дополнительная информация

www.siemens.com/srs

Специальное программное обеспечение для ультразвукового исследования молочных желез

syngo[®].Ultrasound Breast Analysis — это специализированный программный пакет, используемый на персональном компьютере для просмотра объемных данных, а также двумерных изображений и видеороликов, полученных с помощью системы автоматизированного объемного сканирования молочных желез ACUSON S2000[™] ABVS. Программный пакет использует единый пользовательский интерфейс *syngo* компании «Сименс», а также возможности импорта DICOM-данных для просмотра, обработки, редактирования, добавления аннотаций и архивирования. Пакет *syngo*.Ultrasound Breast Analysis содержит функции анализа изображений и формирования отчетов с полным набором средств, помогающих улучшить и ускорить диагностику, включая «увеличительное стекло», интерактивное масштабирование, произвольный поворот и автоматическую прокрутку. Благодаря контрольным маркерам положения и комбинированной пиктограмме с изображением молочной железы врачи могут получать точную информацию о патологии, в том числе о его положении относительно соска, глубине расположения и расстоянии от поверхности кожи. Программный пакет формирует формализованные отчеты, соответствующие стандартной для США классификационной форме ACR BI-RADS^{®*}.



Программный пакет *syngo*.Ultrasound Breast Analysis содержит функции анализа изображений и формирования протоколов с полным набором средств, помогающих улучшить и ускорить процесс диагностики.

Такая стандартизация отчетов упрощает обмен информацией с лечащими врачами. Кроме того, система предлагает диагностический стандарт, позволяющий сравнивать текущие изображения с результатами, полученными ранее. Данный программный пакет может устанавливаться на различном оборудовании, в том числе на персональных компьютерах, локальной системе PACS или в архивах различных производителей, и предлагается по различным вариантам лицензирования, включая строгие и нестрогие лицензии.

*BI-RADS (Breast Imaging-Reporting and Data System — система документирования и хранения маммологических данных) — это система контроля качества, опубликованная Американской коллегией радиологов (ACR) и зарегистрированная ею в качестве товарного знака.

Д-р Роб Эдельштейн
(MD), уролог,
Лексингтон, шт.
Массачусетс, США



Добровольческая миссия на Гаити

Известия о разрушительном землетрясении на Гаити в 2010 году поразили бостонского хирурга-уролога настолько, что он начал искать способы помочь пострадавшим и, в конце концов, присоединился в качестве добровольца к организации Project HOPE. Когда первоначальные работы были закончены, он заметил, насколько в этой стране необходимы его профессиональные навыки. Доктор Эдельштейн выбрал себе для работы именно ультразвуковой аппарат ACUSON P10, как надежного партнера на этапе первичной диагностики.

Луиза Касдон



Во время своей второй поездки на Гаити д-р Эдельштейн по достоинству оценил удобство и надежную конструкцию системы ACUSON P10.

Всего через несколько недель после семибалльного землетрясения, поразившего Гаити 12 января 2010 г., д-р Роб Эдельштейн, уролог из Бостона, начал изучать гаитянский креольский диалект. «Когда произошло это землетрясение, я не мог заставить себя отойти от телевизора, — вспоминает он. — Ужасающая мощь землетрясения. Миллионы пострадавших. Дальнейшее разрушение уже поврежденной инфраструктуры. Я не мог думать ни о чем другом. Я смотрел новости каждый вечер, и однажды сказал своей жене Джуди: „Мы могли бы им чем-нибудь помочь. Не просто пожертвовать денег — хотя деньги, конечно, тоже важны. Но я уролог. У меня есть хирургический опыт. Может быть, я смогу предложить конкретную помощь?“» Эдельштейн начал искать организации, оказывающие помощь на Гаити, и отправлял заявки в каждую группу. «Ведь нельзя же просто приехать на Гаити и сказать: „Привет! Я хочу помогать!“» — объяснил он. Два года спустя, уже дважды

съездив на Гаити и готовясь к третьей поездке в декабре 2012 г., Эдельштейн стал придавать гораздо больше значения вещам, которые в городской медицинской культуре воспринимаются как должное, например к оборудованию для диагностики, в том числе к легким портативным устройствам наподобие ультразвуковой системы ACUSON P10™ компании «Сименс», помогавшей ему в условиях сельской местности быстро оказывать медицинскую помощь, используя передовые медицинские методы диагностики. Его взгляды бесповоротно изменились. «Я научился по-настоящему ценить то, что у нас есть. Мы все привыкли к предсказуемости и наличию инфраструктуры: чистой питьевой воды, улиц, автомагистралей. Не меньшего мы, врачи и пациенты, требуем и получаем от системы здравоохранения, — говорит он. — У меня прекрасная жизнь. Я очень люблю своих пациентов, партнеров и коллег. Однако работать на Гаити — большая честь для меня как для врача. Там я остро почувствовал,

насколько важной может быть моя работа». В мае 2010 г., через четыре месяца после землетрясения, организация Project HOPE ответила на заявку Эдельштейна. Организация Project HOPE помогает организовывать помощь врачей и поставку медикаментов в разных странах мира; она участвовала в наборе персонала на «плавучий госпиталь» USS Comfort, который прибыл в бухту Порт-о-Пренс для оказания помощи сразу же после землетрясения. Эдельштейну это показалось идеальным вариантом. Он взял долгосрочный отпуск на, упаковал припасы и был готов к своей первой медицинской миссии. Однако в последнюю минуту возникло непредвиденное обстоятельство и корабль организации Project HOPE должен был покинуть бухту в Гаити. Было принято решение о том, чтобы направить Эдельштейна на север области, пострадавшей от землетрясения, в больницу Hospital Albert Schweitzer — частную больницу,

построенную и поддерживаемую семейством Меллон. Больница пережила землетрясение без особого ущерба и сотни тысяч людей, эвакуированных из Порт-о-Пренса, направились на север и теперь обращались в нее. Без того перегруженной системе здравоохранения теперь пришлось заботиться еще о нескольких сотнях тысяч людей, которым чудом удалось выжить при землетрясении. «Это было по-настоящему тяжело. Потребность во всех видах медицинского обслуживания была огромной», — вспоминает Эдельштейн.

Очень долгие выходные

«Если в выходные дни на всей территории северных районов Гаити кому-либо требовалась какая-либо операция, его направляли ко мне», — говорит Эдельштейн. Отправляясь на Гаити, он предполагал работать как уролог, а не как хирург общего профиля. Однако, когда он прибыл в больницу, единственного штатного хирурга не было на месте. «В те дни я фактически был единственным хирургом в том районе Гаити. Нам приходилось проводить операции всем пациентам, поступавших к нам: детям с травмами головы, пациентам с аппендицитом, людям с ранами от мачете. Мы гипсовали переломы. Мы проводили гинекологические операции. Эти дни были очень тяжелыми». Эдельштейн очень высоко отзывается о двух хирургах общего профиля, работающих в этой больнице на Гаити. «В своей обычной практике им приходится сталкиваться со всеми возможными видами хирургических задач, и они готовы к вызову круглые сутки и без выходных. Гаитянские врачи и медсестры — прекрасные добросердечные люди, которые работают без усталы и творят чудеса, обходясь минимумом хирургического и диагностического оборудования». Больница Hospital Albert Schweitzer открылась в 1959 г.; сейчас в ней 130 койко-мест, с помощью которых она обслуживает 345 000 людей, живущих в долине Артибонит. Большинство палат — это большие открытые помещения, заполненные пациентами и их родными. Когда больница перегружена, пациентов приходится размещать и в коридорах. На Гаити пациенты в первую очередь обращаются местную амбулаторию; если потребуется, оттуда их направляют в больницу, где наблюдают

Ультразвуковой стетоскоп

Аппарат ACUSON P10 — это компактный ультразвуковой прибор для применения на месте оказания медицинской помощи; в нем используются передовые технологии миниатюризации, позволяющие в более ранние сроки, быстро и точно оценить клиническое состояние пациентов. Этот аппарат открывает совершенно новые возможности оценки состояния пациента в ходе обычного медицинского обследования в экстренной ситуации. Аппарат ACUSON P10 незаменим при установлении очередности оказания медицинской помощи, прикроватном мониторинге и традиционной диагностике.

- Повышение качества оказания медицинской помощи, более эффективная организация труда, повышение результативности лечения.
- Быстрая и точная диагностика.
- Ускорение процедуры установления очередности лечения.
- Дополнительная подтверждающая информация при выборе схемы терапии.
- Возможность постоянно держать аппарат при себе (аппарат помещается в карман халата).

Кардиология

Визуализация морфологических нарушений, нарушения функции и наличия патологических выпотов в рамках первоначального осмотра, планового наблюдения, а также до и после процедур в отделениях интенсивной терапии или кардиологических отделений.

Неотложная медицинская помощь

Выявление наличия свободной жидкости, оценка сердечной функции, выявление аневризм аорты, а также возможность ультразвукового контроля при парацентезе и торакоцентезе и других инвазивных манипуляций.

Акушерство

Быстрая комплексная оценка положения плода, его анатомии, сердечного ритма, уровней жидкости и положения плаценты во время родов или при плановых посещениях врача.

Преимущества

- 2D-режим и режим тканевой гармоник
- Фазированный датчик, работающий на частоте 2—4 МГц, для исследований органов брюшной полости и почек, акушерских исследований, кардиологических исследований через грудную клетку для детей и взрослых, а также для неотложной помощи.
- Удобный пользовательский интерфейс в стиле смартфонов.
- Глубина визуализации от 4 до 24 см.
- Режим тканевой гармоник (ТНГ).
- Готовые наборы настроек для исследований сердца, брюшной полости и плода.
- Сохранение и загрузка данных пациентов и исследований с помощью съемных карт памяти.

в течение 24 часов в приемной для установления очередности. На следующий день принимается решение о госпитализации. В поликлинических отделениях больницы пациенты и их семьи терпеливо ждут встречи с врачом — иногда по много часов.

Уроки медицины в тропиках

Когда штатный хирург вернулся на работу, Эдельштейн смог сконцентрироваться на приеме пациентов

с урологическими показаниями — с травмами при землетрясении или с хроническими заболеваниями мочеполовой системы. Эдельштейн объяснил, что работа с пациентами в больнице организована с учетом планируемых визитов специалистов. Прием пациентов с ортопедическими заболеваниями назначается на то время, когда в больницу прибывают случаи приходится ждать прибытия гинекологов. Эдельштейн оказался

одним из очень немногих урологов, побывавших в больнице Hospital Albert Schweitzer. «Урологов всегда не хватает. На все население Гаити в 9,7 млн. человек приходится всего 24 уролога. Для сравнения, в США при населении около 310 млн. человек работает порядка 9—10 тысяч урологов. В пересчете на численность населения это примерно в 10 раз больше». Эдельштейн осматривал урологических пациентов в начале недели и планировал операции на конец недели. Ему встречались случаи, которых ему не приходилось видеть в США, в том числе множество детей со стриктурами мочеиспускательного канала, включая одного 12-летнего мальчика, которому приходилось жить с надлобковой трубкой, «поскольку некому было устранить причину нарушения оттока мочи», вспоминает Эдельштейн. «К сожалению, для решения многих из этих проблем требовалось подходящее оборудование». Несмотря на богатый опыт в урологии, в отношении медицинской практики в тропиках Эдельштейну пришлось многому научиться у гаитянских специалистов. «Однажды во время обхода мы выявили у пациента после операции лихорадку. В США мы провели бы рентгенографию органов грудной клетки. Мы бы прослушали легкие. Мы бы

провели бактериологический анализ крови и мочи. Я сказал гаитянским врачам, которые участвовали в обходе вместе с нами: „Нужно сделать все анализы из этого списка“. Они ответили: „Мы не можем сделать ни одного из них. А вы заказали мазок на малярию?“ „На малярию?“ — удивился я. Они ответили: „Да, здесь это самая частая причина жара после операций“. „Боже мой! — воскликнул я. — Малярия даже не приходила мне в голову!“»

Сбор инструментов

Готовясь к первой поездке на Гаити, Эдельштейн понимал, что ему необходимо взять с собой как можно больше медицинского оборудования. «Я не знал, чего мне ожидать в больнице», — объяснил он. Он начал обзванивать местные представительства изготовителей хирургических инструментов и оборудования, сотрудничавших с его больницей, и был рад, что многие из них отреагировали очень быстро. Одна из компаний одолжила ему «превосходный набор хирургических инструментов», просто попросив постараться привезти его обратно в целостности и сохранности. Эдельштейн упаковал как можно больше предоставленного ему оборудования в большой чемодан и несколько пластмассовых

контейнеров, погрузил их в самолет и провез их через все неизбежные очереди на таможне в Порт-о-Пренсе. Однако, оказавшись на месте, он обнаружил, что привезенное им — лишь капля в море, и ему придется выполнять многие операции дедовским способом. «В США мы проводим многие операции эндоскопическими методами, через небольшие разрезы или через естественные отверстия», — объяснил он. — На Гаити необходимого оборудования для этого нет, поэтому операции проводят традиционным полостным способом». Это неизбежно удлинит и усложнит восстановление пациентов. К примеру, в США пациент с гиперплазией предстательной железы может пройти современную эндоскопическую операцию и оказаться дома уже через день. «На Гаити пациенту в том же состоянии придется жить с постоянным катетером или пройти открытую простатэктомию, при которой нужно провести разрез, пройти через мочевого пузырь и удалить часть предстательной железы». Эти два хирургических подхода разделяют не знания — их разделяет наличие оборудования. Одним из решений для медицинского кризиса на Гаити могло бы стать улучшение возможностей визуализации, и здесь ультразвуковой аппарат ACUSON P10 играет важную роль.



«На Гаити я почувствовал одну вещь. Когда я там, я понимаю, как много нужно сделать, и я уверен, что должен вернуться туда и помогать дальше».

Д-р Роб Эдельштейн (MD), уролог, Лексингтон, шт. Массачусетс, США

Вторая поездка: с аппаратом ACUSON P10 в руках

Эдельштейн очень привязался к Гаити. Он подписался на то, чтобы вернуться в больницу Albert Schweitzer Hospital следующей осенью, в этот раз через организацию IVU (International Volunteers in Urology — Международная добровольческая организация урологов). Ему оказался близок девиз организации, предлагавший урологам обучать местных медицинских специалистов. «Их девиз — „Научи одного, помоги многим“. Мне это понравилось», — говорит Эдельштейн. Он обнаружил, что ситуация в здравоохранении за это время улучшилась. «Беспорядка стало гораздо меньше. Когда я приехал в первый раз, через четыре месяца после землетрясения, койки были еще заполнены людьми, которые потеряли конечности или получили ожоги... В больнице было стойкое ощущение пережитой катастрофы. Во второй приезд я мог по-настоящему сконцентрироваться на урологических операциях — то есть на том, что я и хотел делать. И теперь я гораздо лучше подготовился». Во время своей первой поездки на Гаити Эдельштейн понял, что в больнице очень ограничены возможности проводить ультразвуковые исследования — признанное мировым сообществом средство визуализации почек и мочевого пузыря. «В больнице Albert Schweitzer был только один аппарат, и он был постоянно занят, — отметил Эдельштейн. — И я подумал, что хорошо было бы взять с собой портативный ультразвуковой аппарат, поскольку его можно было бы применять в клинике. Его можно было бы даже взять с собой в операционную». Он остановил свой выбор на карманном ультразвуковом аппарате ACUSON P10 компании «Сименс». «Я позвонил и спросил: „Вы можете предложить мне такой?“ И дальше они действовали просто прекрасно. Они доставили мне аппарат и попросили лишь сообщить о том, насколько он будет полезен. Мы активно пользовались им изо дня в день». Эдельштейн счел аппарат удобным и надежным. «Мы работали с ним в клинике целыми днями. Достаточно открыть крышку, и аппарат будет готов к сканированию за считанные секунды. При необходимости изображения можно сохранять для дальнейшей работы. Мы могли использовать аппарат прямо на ходу — он питается от сменных перезаряжаемых аккумуляторов. Пока один аккумулятор заря-

жается, аппарат работает от другого». Благодаря точности и портативности ультразвукового аппарата ACUSON P10 Эдельштейн мог быстро проводить диагностику, выявить которые в противном случае было бы сложно. Он смог обнаруживать расширение экскреторной системы в почках и выявлять возможные почечные конкременты. В результате этого Эдельштейн смог достаточно эффективно готовить пациентов к операциям. У аппарата обнаружилось и еще одно достоинство: поскольку ожирением страдает очень немного гаитян, ультразвуковое исследование на Гаити оказалось еще более эффективным для диагностики, чем в США. «Получаемые изображения были удивительно четкими! — сказал Эдельштейн. — Уже через несколько дней я понял, насколько проще работать с изображениями у пациентов без избыточного веса».

Зачем возвращаться?

Доктор Эдельштейн стал готовиться к новой поездке и в первую очередь подготовил аппарат ACUSON P10 — для третьей поездки на Гаити в следующем декабре. Полученный им опыт оказался настолько вдохновляющим, что его коллеги-хирурги и его жена Джуди тоже захотели отправиться туда. «Ей придется подождать несколько лет, пока подрастут дети», — говорит Эдельштейн. Когда Эдельштейн сидит в своей гостиной, глядя на подростков, играющих с щенком ньюфаундленда на зеленой лужайке, на виолончель, которую он изготавливает на обеденном столе, кажется невероятным, что он считает неотъемлемой частью своей жизни ежегодные поездки в больницу на Гаити. Почему? «Я просто почувствовал, что это очень важное дело, — сказал Эдельштейн. — В этом все и дело. В мире есть миллионы мест, где нужны добровольцы, готовые помочь. Но на Гаити я почувствовал одну вещь. Когда я там, я понимаю, как много нужно сделать, и я уверен, что должен вернуться туда и помогать дальше».

Луиза Касдон — журналистка из Бостона, которая чаще всего пишет статьи о здравоохранении, бизнесе, науке и еде. Автор более чем 500 статей, опубликованных в региональных, федеральных и международных изданиях.

Дополнительная информация

www.siemens.com/acuson-p10

Подводя итоги

Задачи:

- Определение ситуаций, в которых уролог из США мог бы применить не только свои навыки хирурга, но и многолетний опыт работы по специальности, для медицинской помощи жителям Гаити, пострадавшим от землетрясения.
- Подготовка комплекта наиболее полезного медицинского и диагностического оборудования для удаленной больницы с ограниченными техническими ресурсами.
- Оптимальное использование ограниченного времени поездки врача-уролога из США для обучения местных медицинских специалистов на Гаити и для работы с пациентами.

Решения:

- Оптимальное согласование медицинского опыта добровольца, ограниченного времени поездки и желания работать по основной специальности.
- подготовка и получение диагностических и хирургических инструментов, которые как сам доброволец, так и штатные медицинские работники на Гаити могут использовать на месте.
- Обращение за пожертвованиями для больницы к изготовителям медицинского оборудования, выбранным на основе результатов оценки списка наиболее востребованного диагностического оборудования и медицинских расходных материалов, включая ультрапортативный ультразвуковой аппарат ACUSON P10 компании «Сименс».
- Выработка графика работы клиники, соответствующего времени пребывания специалистов-добровольцев.

Результаты:

- Повышение доступности квалифицированной помощи для гаитянских пациентов благодаря приезду узкоспециализированных специалистов, которых может оказаться недостаточно среди местных врачей.
- Удовлетворенность врачей-добровольцев тем фактом, что их медицинские и хирургические навыки и таланты пригодились и пошли на пользу людям.
- Комплексное обучение местных врачей приезжающими специалистами.
- Высокая вероятность повторного приезда врачей для работы с пациентами, которым требуются дополнительные процедуры или терапия хронических заболеваний.



Трехмерная революция в эхокардиографии

Ультразвуковая система ACUSON SC2000 была установлена в эхокардиографической лаборатории клиники Сан-Карлос (Мадрид, Испания) четыре года назад, вскоре после того, как компания «Сименс» представила эту систему на рынке. Хотя с самого начала на врачей большое впечатление произвели точность, скорость и четкость получения изображений, врачи вскоре оценили также удобство работы с системой ACUSON SC2000, ее положительное влияние на организацию труда и возможность интеграции новых вариантов ее применения в будущем.

Грегори Морли

Уже больше полувека для получения диагностической информации о сердце применяют ультразвуковые методы исследования. В настоящее время в определенных дисциплинах, например в акушерстве и гинекологии, все более широкое распространение получает трехмерная ультразвуковая визуализация, однако в эхокардиографии большинство исследований по-прежнему проводят главным образом с двумерными наборами данных — по большей части из-за ограничений, связанных с тем, что сердце является непрерывно движущимся динамическим органом. Для получения огромных объемов данных, которые требуются для построения объемного изображения, в эхокардиографических системах при создании итогового трехмерного изображения обычно приходится использовать процесс суммирования данных из нескольких последовательных сердечных сокращений. Этот процесс не только отнимает ценное время, но и приводит к появлению артефактов и других нежелательных неточностей при склейке изображений, поскольку

сердечные сокращения никогда не бывают полностью идентичными, в особенности на фоне заболеваний сердца.

Можно считать, что появление ультразвуковой системы для объемной визуализации ACUSON SC2000™ вывело объемную визуализацию на новый уровень. За один сердечный цикл, без склейки и без синхронизации по электрокардиограмме (ЭКГ), эта система получает полный объем данных в секторе 90 × 90 градусов — в том числе данные объемной количественной оценки для цветового доплеровского картирования, а также информацию о левом и правом желудочках. Технология IN Focus позволяет получать и обрабатывать информацию с беспрецедентной скоростью 2,88 гигабайта в секунду, обеспечивая невиданный прежде уровень детализации и контрастного разрешения по всему полю обзора. Технология IN Focus, ставшая развитием легендарной технологии когерентного формирования изображений ACUSON Sequoia™, дает возможность сфокусироваться на всем поле

обзора, а не на отдельной фокусной зоне, получая в одном изображении больше полезной клинической информации. Система ACUSON SC2000 поступила в продажу в 2009 г. Эхокардиографическая лаборатория клиники Сан-Карлос (Мадрид, Испания) приобрела систему ACUSON SC2000 вскоре после ее появления на рынке. Таким образом, клиника получила возможность наблюдать эволюцию этой системы от самых первых версий до новейших, совершенных и эффективных. Такие приложения, как eSie Measure™, позволили значительно усовершенствовать процесс получения и анализа данных и получать надежные данные в полуавтоматическом режиме. С тех пор как в распоряжение врачей мадридской клиники поступили самые современные технологии объемной визуализации, врачи постоянно старались в как можно более полной мере задействовать возможности высококачественной трехмерной визуализации, предлагаемые системой ACUSON SC2000, в клинической практике. Д-р Александра Гонсальвес, MD, из эхокардиографической лаборатории



«При наличии технологии полуавтоматического измерения основных показателей гемодинамики сканер получает количественную информацию в автоматическом режиме, без участия врача-оператора, что снижает риски оператор-зависимых ошибок».

Д-р Хосе-Луис Заморано, MD, лаборатория эхокардиографии, клиника Сан-Карлос, Мадрид, Испания

клиники Сан-Карлос, отметила: «Мы всегда ищем эффективные способы получения точных данных, чтобы с полученной информацией принимать правильные решения».

Митральная регургитация: потенциальная область применения трехмерной технологии

Согласно оценкам, примерно у шести миллионов жителей Европы и Северной Америки имеется та или иная степень митральной регургитации; такое широкое распространение этого поражения создает значительную нагрузку на отделения функциональной диагностики, в том числе на лабораторию клиники Сан-Карлос. Д-р Гонсальвес считает, что ею в той или иной степени страдают как минимум 30 процентов обследуемых пациентов. Один из широко распространенных методов оценки митральной регургитации — измерение местного сужения потока. Его измеряют двумерным эхокардиографическим методом с оценкой наименьшей ширины струи кровотока. Более сложный и широко применяемый метод — оценка площади поверхности проксимальной изоскорости (PISA) — основанный на двумерных

наборах данных, учитывает полное сечение струи, однако базируется на определенных допущениях о симметричности потока. «Когда появились трехмерные технологии, мы осознали, что двумерные данные не дают точной картины кровотока при митральной регургитации — формы PISA часто не являются симметричными или сферическими, — заявила Гонсальвес. — Благодаря трехмерным методам кардиолог имеет возможность взглянуть на реальную форму кровотока». В некоторых ситуациях, например после размещения митральной клипсы, когда могут возникать две независимых регургитационных струи, поток митральной регургитации оказывается измерить еще сложнее. Это области, в которых для двумерных методов велика вероятность ошибок, однако трехмерные методы в принципе позволяют получить достоверные данные. Новый программный пакет eSie PISA™ компании «Сименс» обеспечивает полуавтоматическую количественную оценку клапанных поражений по показателям PISA, определенным на основе объемных данных цветового доплеровского картирования². Гонсальвес и ее коллеги активно изучают применение этих трехмерных методов, сравнивая результаты трех-

мерного анализа с другими методами, например с магнитно-резонансной томографией (МРТ) и внутрисердечными исследованиями сердца. Два последних метода принято считать «золотым стандартом», однако в условиях клинической практики им свойствен ряд недостатков: МРТ требует больше времени, не так широко распространена, как УЗИ, и показана не всем пациентам, а катетеризация сердца — инвазивный метод, требующий рентгеновского облучения. Первые результаты оказались многообещающими. «Если мы будем использовать инструмент, позволяющий измерять тяжесть митральной регургитации, при подготовке заключения мы должны быть уверены в правильности результата измерения, — объяснила Гонсальвес. — Это очень важно, поскольку от этого может зависеть решение направить пациента на операцию».

Путь к объективности

Д-р Хосе-Луис Заморано, заведующий лабораторией эхокардиографии в клинике Сан-Карлос, сообщил: «Еще один важный довод в пользу трехмерного метода — это то, что при использовании двумерных методов очень велика зависимость от навыков конкретного наблюдателя.



«Мы всегда ищем эффективные способы получения точных данных, чтобы с полученной информацией принимать правильные решения».

Д-р Алехандра Гонсальвес, лаборатория эхокардиографии, клиника Сан-Карлос, Мадрид, Испания

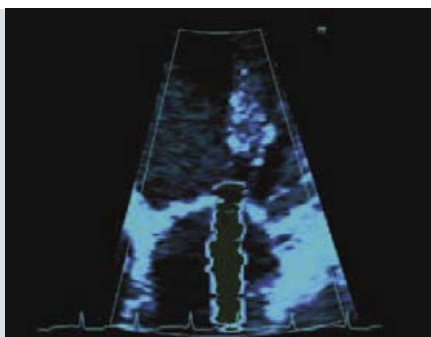
При двумерных методах требуется принимать ряд решений, которых при трехмерном анализе в принципе не потребуется, поэтому пациента приходится направлять к по-настоящему опытным специалистам. При наличии технологии полуавтоматического измерения основных показателей гемодинамики сканер получает количественную информацию в автоматическом режиме, без участия врача-оператора, что снижает риски оператор-зависимых ошибок». Кроме того, двумерные расчеты сложны и отнимают немало времени.

Если большую часть этих трудоемких расчетов система сможет выполнять сама, у кардиологов появится больше времени для решения других важных задач. Впрочем, Гонсальвес заметила: «Мы уверены, что в конечном итоге ведущая роль всегда остается за эхокардиографистом. Для правильного получения данных и проведения измерений необходим опыт, и выполнять эти задачи должен специалист. Впрочем, гораздо лучше будет иметь систему, которой можно доверить автоматическую выдачу результатов без

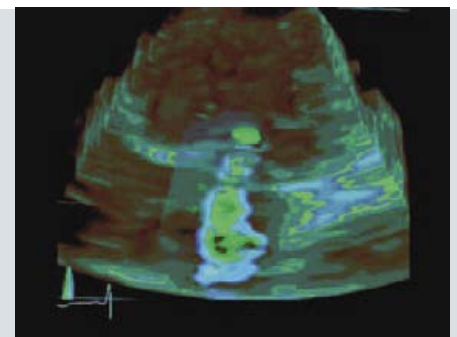
необходимости принимать какие-либо допущения по поводу формы». Метод трехмерной визуализации митральной регургитации пока еще проходит испытания. Врачи функциональной диагностики из клиники Сан-Карлос собираются представить некоторые предварительные результаты на конференции Европейского кардиологического общества в этом году. В основном они считают, что трехмерная эхокардиография обеспечивает преимущества при определении систолической функции левого желудочка



Ширина суженного потока: большая вероятность ошибки при ручных измерениях, плохая воспроизводимость. Ограничения, связанные с разрешением цветового доплеровского картирования и системными настройками.



Допущения: двумерный метод PISA основан на допущении о полусферической конвергенции потока, которая в реальности практически не встречается. Как правило, это приводит к сильному занижению площади эффективного отверстия регургитации (EROA) в большинстве случаев.



Актуальный вариант: метод ePISA. Не связан с геометрическими допущениями; расчет показателя PISA для потоков в любом направлении.

и при расчете фракции выброса. Новое приложение объемного анализа для левого желудочка eSie LVA™ автоматически строит трехмерный контур левого желудочка и рассчитывает показатели фракции выброса. «[Эта система] способна выдать более точные предположения о систолической функции левого желудочка для ассиметричных желудочков, например в случае аневризмы», — пояснила Гонсальвес.

Взгляд в будущее

Пока что, заключила Гонсальвес, «двумерные методы продолжают занимать свое место в повседневной практике, поскольку они поддержи-

вают более высокую частоту кадров и поэтому позволяют лучше следить за движениями сердца». Кардиологи изучают потенциальные возможности метода трехмерной визуализации, в частности в ситуациях, когда получение результатов на основе двумерных данных требует трудоемких расчетов и, что еще хуже, базируется на допущениях, которые в большинстве случаев могут оказаться неверными. Ожидается, что в таких ситуациях трехмерная визуализация позволит получить более надежные результаты расчетов и сэкономить время. Система ACUSON SC2000 — доказательство того, что современные технологии позволят получить сразу все преимущества: изображение всего

сердца целиком, в трех измерениях, и в реальном времени.

Грегори Морли, PhD — автор медицинских статей и журналист, живущий за пределами Мадрида. В роли медицинского журналиста он посетил более 30 международных медицинских конгрессов в разных странах Европы.

¹SWISS MED WKLY 2010; 140 (3—4): 36—43. Lancet 2009 Apr 18; 373 (9672): 1382—94.

²Наличие в продаже зависит от состояния регистрации в конкретной стране.

Дополнительная информация

www.siemens.com/echoinaheartbeat



Двумерный метод требует от оператора ультразвуковой системы принимать ряд субъективных решений. Сканирование за один сердечный цикл на системе ACUSON SC2000 помогает уменьшить зависимость результатов от оператора, повысив стабильность и улучшив результативность.

Максимальная гибкость

В августе 2011 г. больница Leopoldina в Швайнфурте совершила важный шаг в развитии рентгенологического отделения: в ней, впервые в Германии, была установлена новая рентгеноскопическая система Luminos Agile. Для профессора Штефана Канцлера (MD) основным достоинством этой системы является ее универсальность, благодаря которой отделение получает гибкие возможности для планирования работы.

Таня Бербалк

Штефан Канцлер и его сотрудники из больницы Leopoldina впервые познакомились с системой Luminos Agile на экскурсии по заводу рентгеноскопического оборудования компании «Сименс» в Форххайме (Германия). Посетителей впечатлила первая в мире система, снабженная средствами управления рентгеноскопией непосредственно около пациента, с динамическим плоским детектором и столом с огромным диапазоном регулировки по высоте. Вскоре после посещения завода д-р Канцлер вместе с представителями компании «Сименс» отпраздновал установку этой системы во 2-й медицинской клинике в Швайнфурте, которая стала первой в мире учреждением, получившим ее в свое распоряжение. Новая система позволила д-ру Канцлеру и его коллегам выполнять эндоскопические процедуры, например эндоскопическую ретроградную холангиопанкреатографию (ЭРХПГ), а также чрескожные вмешательства и стентирование с еще большей скоростью и гибкостью, одновременно с этим предлагая пациентам беспрецедентный уровень комфорта. Благодаря сокращению времени процедуры отделение смогло обслуживать 5500 стационарных и 3000 амбулаторных пациентов в год. Представитель компании «Сименс» побеседовал с д-ром Канцлером о полученном опыте, целях и планах.

Почему вы выбрали систему компании «Сименс»?

КАНЦЛЕР: Само собой, мы рассматривали и другие варианты, но система компании «Сименс» понравилась нам с точки зрения качества и предложений по обслуживанию больше всех. В конечном итоге эта система обеспечивает полный набор возможностей, идеально подходящих к нашим потребностям. К тому же мы гордимся тем, что установленная у нас система стала первой в мире.

Как вы оцениваете современную ситуацию в рентгенологии?

КАНЦЛЕР: На практике вместо рентгенологии сегодня часто проводят, например, магнитно-резонансную томографию или обычную рентгенографию. Несмотря на это, в ряде случаев рентгенология всегда будет исключительно важна. Мы используем этот метод главным образом для процедур ЭРХПГ, для чрескожной и эндоскопической визуализации желчных протоков, а также для различных видов стентирования. Ключевым фактором при выполнении этих вмешательств является наличие высококачественной рентгеноскопической системы, однако не следует забывать и о защите от облучения. Наша новая система Luminos Agile обеспечивает для исследований наилучшие возможные условия.

Что изменилось в повседневной клинической практике при использовании новой системы по сравнению со старой?

КАНЦЛЕР: Улучшения есть как для врачей и рентген-лаборантов, так и для пациентов. Система Luminos Agile удобнее и проще в работе. Работать на ней очень комфортно. К примеру, моторизованная опора для перемещения системы на практике оказалась весьма эффективна: она позволяет без труда перемещать систему в любом направлении. Кроме того, система отслеживает ошибки и сообщает о возможных проблемах. К примеру, если стол не поднять на достаточную высоту, сообщение об этом появится на небольшом экране; это позволит устранить ошибку и продолжить работу. Несмотря на новизну, эта система тщательно проработана. Мы с коллегами очень довольны ею.

«Система Luminos Agile помогла нам оптимизировать работу и добиться явной экономии».

Проф. Штефан Канцлер, MD,
2-я медицинская клиника,
больница Leopoldina, Швайнфурт,
Германия

Очевидны ли преимущества этой системы и для пациентов?

КАНЦЛЕР: Вне всякого сомнения. Мы часто принимаем пожилых пациентов, страдающих сразу несколькими заболеваниями. Тот факт, что стол регулируется в любых направлениях и имеет огромный диапазон перемещения деки по высоте, значительно упрощает укладку таких пациентов. И это отмечаем не только мы — пациенты также очень ценят эту возможность. Еще один важный момент — это плоский детектор: в прежней модели усилитель изображения, находящийся над столом для исследования пациента, был очень большим. Детектор в системе Luminos Agile стал достаточно плоским и тонким, а это важное преимущество с точки зрения пациентов, так как плоский детектор вызывает у них меньше беспокойства.



Проф. Штефан Канцлер, MD, 2-я медицинская клиника, больница Leopoldina, Швайнфурт, Германия

Каковы преимущества системы с экономической точки зрения?

КАНЦЛЕР: Luminos Agile — практичная и универсальная система, обеспечивающая очень малое время подготовки к приему следующего пациента. Это не только позволяет нам оптимизировать рабочий процесс, но и обеспечивает очевидные экономические преимущества, поскольку теперь мы можем обслуживать за одинаковое время больше пациентов, чем прежде. Более широкий и прочный стол позволяет работать с новыми группами пациентов. В частности, речь идет о большом количестве пациентов с ожирением. При работе со старой системой мы не могли исследовать таких пациентов просто потому, что их вес превышал максимальную допустимую нагрузку

на стол. Теперь же при обследовании даже очень тяжелых пациентов мы можем наклонять стол под углом до 90 градусов. Наши радиологи также используют систему Luminos Agile для функциональных исследований верхних отделов желудочно-кишечного тракта.

Удалось ли вам увеличить прибыли?

КАНЦЛЕР: Подробную оценку мы сможем дать примерно через год. Впрочем, уже сейчас я могу сказать, что новая система открыла нам больше возможностей при проведении сложных процедур, например, чрескожных вмешательств на желчных протоках. Наши возможности значительно расширились, так что мы можем увеличить спектр показаний и работать с более сложными случаями.

Как вы оцениваете качество изображений в новой системе?

КАНЦЛЕР: Я должен отметить, что всегда необходимо определять для себя уровень качества изображений, требующийся для конкретных задач. Само собой, можно проводить визуализацию с очень большой дозой излучения, что всегда гарантирует хорошее качество изображений. Однако лучше найти правильный баланс между снижением лучевой нагрузки и высоким качеством изображений. При поддержке компании «Сименс» мы провели некоторую дополнительную регулировку, что обеспечило отличное разрешение изображений при значительно меньшей лучевой нагрузке. Мы сумели снизить дозу излучения вдвое, при этом сохранив более высокое качество изображений.

Повышение уровня комфорта для пациентов и персонала



Широкие возможности системы Luminos Agile — это повышение комфорта пациентов и расширение клиентуры лечебного учреждения

Рентгеноскопическая система Luminos Agile разработана с целью улучшить ощущения пациентов при исследовании и повысить удобство работы для персонала. Это первая рентгеноскопическая система с пультом управления, размещенным рядом с пациентом, включающая в себя универсальный стол с регулировкой высоты в диапазоне от 65 до 112 сантиметров. Пациентов с ограниченной подвижностью стало проще перемещать на стол, а персоналу теперь во время рентгеноскопии удобнее проводить у пациентов различные процедуры. Кроме того, стол выдерживает нагрузку до 275 кг, а расстояние между столом и детектором составляет целых 60 см — благодаря этому гораздо проще исследовать пациентов на инвалидных креслах и т. п. Изображение с динамического плоского детектора на 116% больше, чем у обычного 33-сантиметрового (13-дюймового) усилителя изображения; это расширяет охват анатомических областей и позволяет, например, охватить на одном изображении всю брюшную полость. При установке опции Ysio® и беспроводного детектора система Luminos Agile позволяет проводить и рентгеноскопические, и рентгенографические исследования, что обеспечивает ей исключительную универсальность.



Позиционирование упрощается благодаря возможности управления ключевыми функциями одной рукой и полной моторизации перемещения стойки.

Высокое разрешение требуется, в частности, для детальной диагностики. После установки лучевой нагрузки система Luminos Agile автоматически калибрует дозу излучения с учетом анатомических характеристик пациента. Снижение лучевой нагрузки — один из наиболее важных аспектов как для врачей, так и для пациентов. Положение стола можно регулировать без включения излучения, поскольку программа CAREPOSITION выдает виртуальное изображение облучаемого поля. Это избавляет от дополнительной лучевой нагрузки при позиционировании стола. В конечном итоге это полезно и пациентам, и нам.

Что вы цените в сотрудничестве с компанией «Сименс»?

КАНЦЛЕР: Компания «Сименс» создала надежно работающую структуру, обеспечив условия для уверенной работы и взаимного доверия. Связь с представителями компании максимально проста. Если у нас возникают вопросы, мы быстро получаем ответы на них.

Как вы оцениваете новую систему в целом?

КАНЦЛЕР: Я очень доволен. Система Luminos Agile действительно подтвердила свою эффективность на практике. Я купил бы ее снова, и я рад, что наше высшее руководство смогло приобрести для нас эту отличную систему, обеспечивающую современные клинические возможности.

Таня Бербалк получила образование в областях социологии, маркетинга и общественных связей. Она занимает должность редактора в журнале Medical Solutions.

«Новая система открыла нам больше возможностей при выполнении сложных процедур».

Проф. Штефан Канцлер, MD, 2-я медицинская клиника, больница Leopoldina, Швайнфурт, Германия

Выводы

Вызов:

- Поиск замены для устаревшей рентгеноскопической системы
- Сохранение минимально возможной лучевой нагрузки на пациентов и персонал
- Выбор системы, которая позволит расширить спектр медицинских услуг больницы Leopoldina

Решение:

- Больница Leopoldina стала первым в мире лечебным учреждением, где была установлена новая рентгеноскопическая система Luminos Agile
- Программа CARE обеспечивает комплексные возможности снижения лучевой нагрузки
- Регулируемый стол позволяет работать с любыми пациентами

Результат:

- Повышение эффективности работы в больнице благодаря удобной в обращении системе
- Оптимальное качество изображений при минимально возможной лучевой нагрузке
- Возможность предложить новые процедуры визуализации более широкому кругу пациентов

Дополнительная информация

www.siemens.com/agile



Автоматизация высвобождает время операторов для выполнения более ответственных задач и повышает эффективность труда.

Факторы для автоматизации работы лабораторий

Согласно данным Коллегии американских патологов, до 70% решений в медицине принимаются на основе результатов лабораторных анализов*. Рост потребностей в анализах со стороны пожилого населения способствует все более широкому внедрению и применению систем автоматизации лабораторных исследований. Компания «Сименс» предлагает для автоматизации работы лабораторий ряд решений, среди которых системы автоматизации ADVIA® и StreamLAB®, позволяющие повысить производительность в лаборатории путем увеличения пропускной способности и усовершенствованного автоматизированного управления лабораторией. Дэйв Хики, исполнительный директор подразделения по биохимии, иммунохимии, автоматизации и ИТ в диагностике из Департамента диагностики Сектора здравоохранения компании «Сименс», в статье, опубликованной в журнале American Laboratory, указывает на то, что лаборатории смогут добиться положительного эффекта для медицинского обслуживания, если перед вложением средств в систему автоматизации будут приняты во внимание пять ключевых факторов: встраивание ИТ-решений для получения от автоматизации максимальной отдачи, гибкость и адаптируемость, рациональное использование ресурсов, организация работы с пробамми, эффективное распределение времени сотрудников. Хики отметил, что системы автоматизации и ИТ-решения уже нельзя рассматривать как изолированные решения. При подготовке к внедрению системы автоматизации необходимо тщательно изучить все возможности встроенного программного обеспечения. Кроме того, лаборатории должны обязательно выбрать такую систему автоматизации, которая без труда допускает изменение конфигурации, чтобы выполнять дополнительные задачи в дальнейшем. Кроме того, автоматизация обеспечивает рациональное использование ресурсов, что делает лабораторию более «экологичной». К примеру, автоматизированная работа с пробиркой позволит сократить количество заборов крови для каждого пациента, что позволит сократить затраты лаборатории на пластик, снизить расход воды и уменьшить количество отходов. Наконец, еще один важный аспект при автоматизации лаборатории — эффективное распределение времени сотрудников. Хики отметил, что автоматизация значительно сокращает время рутинной работы, обеспечивая сотрудников временем для выполнения других, нередко более ответственных задач.

*Коллегия американских патологов. Ресурсы для открытого доступа. Ссылка на документ: [http://www.cap.org/apps/cap.portal?_nfpb=true&cntvwrPtl_t_acti onOverride=%2Fportlets%2FcontentViewer%2Fshow&_windowLabel=cntvwrPtl t&cntvwrPtl_t\(actionForm.contentReference\)=publicResource%2Findex.html& state=maximized&_pageLabel=cntvwr](http://www.cap.org/apps/cap.portal?_nfpb=true&cntvwrPtl_t_acti onOverride=%2Fportlets%2FcontentViewer%2Fshow&_windowLabel=cntvwrPtl t&cntvwrPtl_t(actionForm.contentReference)=publicResource%2Findex.html& state=maximized&_pageLabel=cntvwr). Ссылка проверена 17 февраля 2012 г.

http://bit.ly/lab_automation

Новый подход к количественной оценке при ПЭТ

При работе с обычными ПЭТ-системами врачам традиционно приходится сталкиваться с вопросами нестабильности получаемых количественных результатов из-за свойственных этим системам программных и аппаратных ограничений. Новая система Biograph® mCT способна обеспечивать точные и воспроизводимые результаты количественной оценки. Благодаря сочетанию продуманного ПО, ежедневной калибровки и точного совмещения анатомических и функциональных данных система Biograph mCT предлагает новые возможности количественной оценки в таких областях медицины, как неврология, онкология и кардиология.

В неврологии система Biograph mCT в сочетании с приложением syngo®.PET Amyloid Plaque помогает визуализировать бета-амилоидные бляшки в головном мозге в физиологических условиях. В здоровом головном мозге такие белковые фрагменты бета-амилоида расщепляются и выводятся из организма. Если же мозг поражен болезнью Альцгеймера, эти белковые фрагменты образуют амилоидную бляшку, которая формируется между нейронами и препятствует нормальной связи между клетками; этот симптом является одним из патогномичных для болезни Альцгеймера. Возможность визуализировать эти бляшки может помочь в изучении этой болезни и в будущем найти лекарство от нее.

В онкологии количественная оценка необходима для определения уровня метаболической активности в опухоли. Метаболическую активность оценивают, измеряя стандартный показатель накопления (SUV) визуализационного биомаркера для ПЭТ. Уровень накопления визуализационного биомаркера связан с агрессивностью и степенью злокачественности поражения. Этот показатель отслеживают во время терапии для определения ее эффективности. Более точное измерение показателя SUV с помощью системы Biograph mCT помогает достичь нового уровня точности при диагностике, планировании терапии и мониторинге лечения. В кардиологии система Biograph mCT открывает возможность воспроизводимой оценки перфузии миокарда и резерва коронарного кровотока, что позволяет в повседневной клинической практике количественно оценивать абсолютный кровоток в миокарде. Это может помочь, например, при оценке выраженности факторов риска или эффективности лечения многососудистых поражений.



Новая система Biograph mCT обеспечивает точные и воспроизводимые результаты количественной оценки при молекулярной визуализации.

www.siemens.com/mCT
www.siemens.com/alzheimers



Больше информации, больше исследований

Как и многим больничным лабораториям, центральной лаборатории в медицинском центре MetroHealth (Кливленд, шт. Огайо, США) приходится справляться с резким ростом спроса на тесты на витамин D без ущерба для точности или пропускной способности.

Линда Брукс



Базовая лаборатория медицинского центра MetroHealth обслуживает одну из наиболее крупных и многопрофильных медицинских организаций на северо-востоке штата Огайо.

Поскольку больничные лаборатории сталкиваются с постоянно возрастающей необходимостью повышать эффективность, уменьшать издержки и увеличивать прибыль, руководству этих лабораторий — например, Барбаре Бандсу (MT (ASCP)), заведующей базовой лабораторией в медицинском центре MetroHealth (Кливленд, шт. Огайо) — пришлось решать задачу, как удовлетворить возросший спрос на тестирование на витамин D. Эта центральная лаборатория, работающая совместно с медицинской школой Университета Case Western Reserve, обслуживает одну из наиболее крупных и многопрофильных медицинских организаций на северо-востоке штата Огайо, в том числе, в дополнение к центру MetroHealth, 16 локальных медицинских центров. Система иммуноанализа ADVIA Centaur®, установленная в лаборатории, позволяет выполнять 12 тестов на инфекционные заболевания, а также анализы на кардиомаркеры, показатели течения диабета и состояния костной ткани; в настоящее время лаборатория проводит более 100 000 анализов в год, и порядка 16 500 из них составляют анализы на витамин D.

Рост информированности клиентов

За прошедшие пять лет многие лаборатории сообщали о росте спроса на тестирование на витамин D на 50 процентов в год¹ и более. Отчасти это связано с тем, что врачи и общественность начинают полнее осознавать возможные последствия низкого уровня витамина D, который называют «солнечным» витамином, так как значительная его часть образуется в результате воздействия солнечного света на кожу. Всего десять лет назад считалось, что этот витамин связан в первую очередь со здоровьем костной ткани, и врачи обычно запрашивали тесты на этот витамин для пациентов с подозрениями на такие заболевания, как рахит (у детей) или остеомаляция и остеопороз (у взрослых). В последнее время исследования других функций витамина D показали, что он влияет на регуляцию артериального давления, иммунных реакций, роста клеток, и метаболические заболевания. Дефицит витамина D может быть связан с целым рядом хронических болезней, включая некоторые виды онкологических,

аутоиммунных, неврологических и кардиометаболических заболеваний². Хотя эта связь еще не полностью доказана, сообщения в СМИ заставили общественность придавать больше значения поддержанию в организме достаточных уровней витамина D. Хотя до сих пор не выработано единого мнения о том, какой уровень витамина D свидетельствует о его дефиците в организме. На основе общепринятого определения оптимальное содержание витамина (сывороточный уровень 25-гидроксивитамина D (25(OH)D)) должно быть не ниже 30 нг/мл или 75 нмоль/л³. Было обнаружено, что «нехватку» или «дефицит» витамина D испытывают почти 77% людей во всем мире⁴. Дефицит витамина D выявлен практически у всех групп населения, включая детей и молодежь, однако наиболее распространен среди людей, проводящих мало времени на солнце, людей с большим количеством меланина в коже, пожилых, у беременных женщин, детей на грудном вскармливании. Дефицит витамина D назвали «эпидемией» в промышленно развитых странах⁵. Большинство заявок, поступающих в лабораторию MetroHealth, выполняется взрослым пациентам с подозрениями на заболевания костной ткани. В США большинство организаций в настоящее время возмещают стоимость теста на витамин D для пациентов с заболеваниями костной ткани, а также с ограниченным числом некоторых других заболеваний, включая хроническую почечную недостаточность стадии III и выше, цирроз, фибромиалгию, obstructивную непроходимость желчных путей, псориаз, и при необходимости мониторинга эффективности заместительной терапии при дефиците витамина D. Звучали даже предложения включить анализ на витамин D в состав плановых медицинских осмотров.

Варианты организации лабораторного исследования

В связи с резким увеличением объемов анализов на витамин D лаборатории могут решить, что эти анализы выгодней проводить собственными силами, если позволяют площади и штат сотрудников. Именно такое решение приняла центральная лаборатория MetroHealth пять лет назад. До этого анализы на витамин D выполнялись сторонней референс-лабораторией.

В 2007 г. эти анализы начали проводить в самой лаборатории, чтобы ускорить время получения результатов, сократить расходы и увеличить прибыль. «Тогда количество этих анализов резко выросло, в том числе и из-за повышенного внимания к витамину D в то время», — отметила Бандсу. — Для переноса анализа в свою лабораторию необходимо было принять решения о типе используемого прибора, необходимых объемах работ и обучения, проведении контрольных анализов, обслуживания, квалификационных тестов и калибровок, а также о качестве анализа. Среди вариантов, позволяющих измерять общий уровень лучшего клинического показателя содержания витамина D⁶ — 25(OH)D в сыворотке, рассматривали иммуноанализы и прямые методы определения, например жидкостную хроматографию в сочетании с масс-спектрометрией (LC-MS/MS) и высокоэффективную жидкостную хроматографию. Оборудование для масс-спектрометрии и хроматографии требует больших капитальных вложений, а для его эксплуатации и интерпретации результатов необходима очень высокая квалификация, которой обычно обладают лишь некоторые сотрудники специализированных центров; все это ограничивает возможности применения этого метода. В свою очередь, недавно появившиеся новые автоматизированные системы для анализа на витамин D позволяют консолидировать рабочий процесс и более эффективно справляться с ростом объемов тестирования на витамин D, получая исключительно точные результаты за минимальное время. «Когда мы перенесли эти анализы в свою лабораторию, применимых тестов для анализа там было не слишком много; мы выбрали наиболее подходящий для нашей системы, и провели процедуру верификации, — вспоминает Бандсу. — Тест показал себя очень хорошо, и хотя получение результатов стало занимать меньше времени, эта процедура требовала массы ручных манипуляций, и мы могли проводить серии исследований только два-три раза в неделю. Выполнять этот анализ умели только шесть из 55 сотрудников лаборатории. Кроме того, по словам Бандсу, «каждый запуск включал в себя только 39 проб, поэтому каждый раз нам приходилось тратить набор контролей». Нам прихо-

дилось заново калибровать прибор и анализировать пулированный образец в каждом из запусков — эту процедуру приходилось повторять после каждых 39 проб пациентов. К тому же, поскольку у каждого запуска была собственная калибровочная кривая, результаты между запусками значительно различались». Поскольку в лабораторию ежедневно поступали заказы на 300—350 проб, выполнение анализа часто задерживалось, поэтому врачи могли получать результаты только через две-три недели.

Полностью автоматизированный анализ

В декабре 2011 г. центральная лаборатория центра MetroHealth перешла на использование анализа на общее содержание витамина D на системе ADVIA Centaur — одностадийном конкурентном иммуноанализе с высокой производительностью, в котором применяются специальные моноклональные антитела, предназначенные для количественной оценки общего содержания 25(OH)D. Главным доводом в пользу выбора этой системы



«В нашей лаборатории мы уже использовали систему ADVIA Centaur, поэтому добавить анализ на витамин D оказалось очень легко».

Барбара Бандсу (MT (ASCP)), заведующая базовой лабораторией, медицинский центр MetroHealth, Кливленд, шт. Огайо, США

Французский взгляд

Дени Бенаррош (PhD) — руководитель лаборатории Labazur Durante, частной лаборатории, выполняющей тесты по запросам врачей города Ницца на юго-востоке Франции. Для анализов на витамин D лаборатория использует одну платформу, обслуживающую все десять региональных лабораторий, и все пробы отправляются в эту центральную лабораторию.

В феврале 2011 г. лаборатория Labazur Durante перешла от использования автономного прибора другого изготовителя на автоматизированное тестирование общего содержания витамина D с помощью системы иммуноанализа ADVIA Centaur® XP с трек-автоматизацией. «В связи с высоким спросом перед нами стояла задача автоматизировать этот анализ, сохранив столь же высокое качество, что и на прежней системе», — сообщил Бенаррош. Корреляция между анализами на системе ADVIA Centaur и на предыдущей системе оказалась великолепной, а уровни нормальных значений на практике остались практически такими же, отметил Бенаррош.

В это время лаборатория уже использовала три системы ADVIA Centaur XP, подключенные к системе автоматизации ADVIA LabCell®, для выполнения других анализов. «Системы Centaur вместе могут выполнять 2000 анализов в день, и все они подключены к одной и той же платформе, — отметил Бенаррош. — Персонал лаборатории уже активно

использовал эти системы, так что освоение анализа на витамин D практически не заняло времени. Кроме того, выполнение анализа на витамин D на этой системе оказалось гораздо практичнее, чем на предыдущей. Одну и ту же пробирку с пробой крови можно одновременно использовать как для анализа на витамин D, так и для всех прочих анализов».

Хотя предыдущая автоматизированная система обеспечивала результаты очень хорошего качества, она не только оказалась менее удобной, но и не могла выдавать результаты так же быстро, как система ADVIA Centaur. «На предыдущем приборе мы могли выполнять только 60—80 анализов в день, — заявил Бенаррош. — Наша лаборатория заметно увеличила объем тестирования на витамин D по сравнению с прошлым годом и с пятью последними годами работы с прежней системой. Теперь мы проводим около 100 анализов в день, шесть дней в неделю». По словам Бенарроша, большинство заявок на тестирование на витамин D, поступающих в лабораторию Labazur, выполняются для пожилых пациентов с подозрением на остеопороз. Компания не получает заявок по другим показаниям или для детей; анализы для молодых пациентов также встречаются редко. «Мы смогли принимать дополнительные заявки на анализы только после того, как перешли на общий анализ на витамин D на платформе Centaur», — подчеркнул Бенаррош.

стала возможность корреляции результатов анализа с результатами метода жидкостной хроматографии с тандемной масс-спектрометрией (LC-MS/MS).

«Когда пациенты переезжают в другое место или переходят к другому врачу, они должны иметь возможность сравнивать новые результаты анализа на витамин D с прежними. Результаты всегда должны быть достоверными, — отметила Бандсу. — Эта линия первой из полностью автоматизированных получила сертификат FDA. В нашей лаборатории уже использовалась система ADVIA Centaur, так что внедрить анализ на витамин D оказалось очень легко. Операторы уже умели работать с системой, так что обучение не отняло много времени». По ее словам, производительность работы персонала увеличилась.

«Теперь выполнять этот анализ могут все сотрудники лаборатории, поскольку он проводится на автоматизированной системе, с которой они уже умеют работать». Анализ на витамин D — первый по количеству среди выполняемых на системе ADVIA Centaur, так что Бандсу и ее коллеги после того, как будут накоплены данные об этом анализе за более длительный срок использования, планируют оценить эффективность этого анализа с точки зрения возможностей оплаты по отношению к эквиваленту работы на полную ставку (FTE).

Бандсу подчеркнула, что одно из главных преимуществ этого теста — высокая стабильность результатов. При переходе на систему ADVIA Centaur сотрудники лаборатории постарались убедиться в том, что результаты воспроизводятся в рамках заявленной линей-

ности, и провели корреляционное исследование, при котором результаты для проб пациентов от предыдущего теста сравнивали с результатами нового. «Некоторые тесты в связи со спецификой их выполнения проявляют другие тенденции, — объяснила Бандсу. — При проверке нормальных диапазонов иногда можно увидеть различие до 20 процентов лишь из-за особенностей прибора, однако результаты наших анализов на витамин D оказались согласованными — мы практически не увидели вариабельности». «Мы очень довольны системой ADVIA Centaur, — добавила она. — На прежней системе нам приходилось обрабатывать корреляционные пробы между запусками. В системе Centaur этого не требуется, поскольку анализ проводится непрерывно. Так что исследование происходит быстрее, а данные

Выводы

Проблемы и задачи:

- До 77 процентов населения испытывают нехватку или дефицит витамина D^{3,4}.
- Количество заявок от врачей на тестирование на витамин D за прошедшие пять лет возросло в среднем более чем на 50 процентов и продолжает увеличиваться^{1,8}.
- Лабораториям необходимо справляться с возросшими объемами анализов на витамин D, быстро и эффективно обеспечивая точные результаты этих анализов без увеличения расходов, найма дополнительного персонала или серьезного дополнительного обучения сотрудников.

Решения:

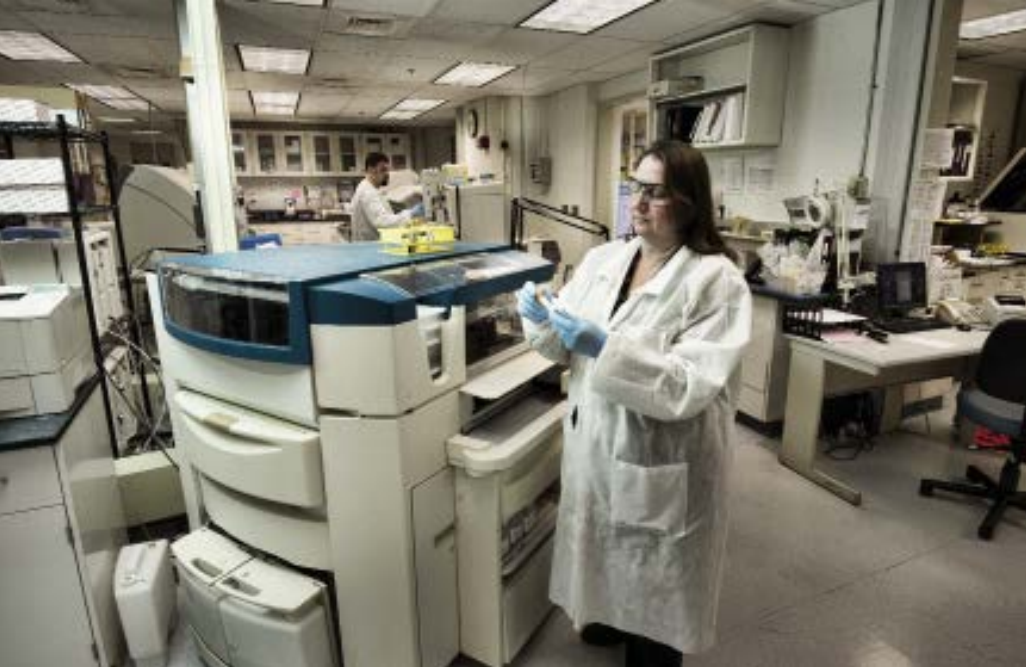
- Анализ на общее содержание витамина D для системы ADVIA Centaur компании «Сименс» — это полностью автоматизированный одностадийный конкурентный иммуноанализ для высокопроизводительного количественного определения содержания общего 25-гидроксивитамина D.
- Этот анализ может выполняться одновременно с другими анализами на единой полностью автоматизированной платформе для иммуноанализа с произвольным доступом ADVIA Centaur XP.
- Результаты анализа обладают прослеживаемой связью с данными жидкостной хроматографии в сочетании тандемной с масс-спектрометрией (LC-MS/MS).
- На получение результатов уходит всего 18 минут.

Результаты:

- Сокращение времени получения результата (TAT) для витамина D.
- Возможность запуска большого количества анализов.
- Врачи получают результаты быстрее, что позволяет раньше спланировать лечение.
- Дополнительные платные анализы увеличивают прибыли.
- Для выполнения анализа требуется минимальный объем обучения.
- В тех лабораториях, где уже используется система иммуноанализа ADVIA Centaur XP, дополнительный персонал или обучение сотрудников не требуются.

Дополнительная информация

www.siemens.com/VitaminDtotal



С помощью системы иммуноанализа ADVIA Centaur лаборатория в настоящее время выполняет 16 500 тестов на витамин D в год.

выдаются в реальном времени. Это уже не пакетный анализ, а процедура с произвольным доступом». После перехода на тест компании «Сименс» в декабре 2011 г. объем анализов на витамин D в лаборатории продолжил расти — с 1312 до 1429 анализов в месяц; таким образом, рост составил порядка 8%. «Мы проводим калибровку раз в неделю, выполняем контрольные анализы раз в день, и результаты контрольных анализов остаются весьма стабильными. Расхождения отсутствуют, а пробы пациентов обрабатываются между контрольными анализами. Таким образом, врачи могут получить результат уже через шесть-восемь часов после получения пробы».

План действий на будущее

Такие факторы, как прогнозируемое удвоение населения США в возрасте от 65 лет и старше — группы с достаточно высоким риском дефицита витамина D — до 88,5 млн к 2050 г.⁷, позволяют предположить, что объемы анализов на витамин D продолжат расти. Справиться с увеличением объемов анализов на витамин D больницы и лаборатории, в том числе и та, где работает Бандсу, смогут только с использованием точных и автоматизированных аналитических систем.

Линда Брукс — независимый медицинский журналист и редактор, работающая одновременно в Лондоне и Нью-Йорке и сотрудничающая с большим количеством заказчиков в области здравоохранения и фармацевтики.

¹Singh RJ. Are clinical laboratories prepared for accurate testing of 25-hydroxy vitamin D? Clin Chem. 2008;54:221—223.

²«Vitamin D Clinical Information» — Siemens Healthcare Diagnostics, Inc, 2010.

³Binkley N, Ramamurthy R, Krueger D. Low vitamin D status: definition, prevalence, consequences, and correction. Endocrinol Metab Clin North Am. 2010;39:287—301.

⁴Ginde AA, Liu MC, Camargo CA. Demographic differences and trends of vitamin D insufficiency in the US population, 1988-2004. Arch Intern Med. 2009;169:626—632.

⁵Holick MF. The vitamin D epidemic and its health consequences. J Nutr. 2005 Nov;135(11):2739S-2748S. Cherniack EP, Levis S, Troen BR. Hypovitaminosis D: a widespread epidemic. Geriatrics. 2008;63(4):24—30. Bosomworth NJ. Mitigating epidemic vitamin D deficiency: theagony of evidence. Can Fam Physician. 2011 Jan; 57(1):16-20, e1-e6.

Bell DS. Protean manifestations of vitamin D deficiency, part 1: the epidemic of deficiency. South Med J. 2011 May;104(5):331-334.

Drown DJ. Vitamin D deficiency in the United States: a growing epidemic with serious health consequences. Prog Cardiovasc Nurs. 2009 Sep;24(3):117—118.

Goldstein D. The epidemic of vitamin D deficiency. J PediatrNurs. 2009 Aug;24(4):345—346.

⁶Zerwekh JE. Blood biomarkers of vitamin D status. Am J Clin Nutr. 2008;87(suppl):1087S-1091S. Kennel KA, Drake MT, Hurley DL. Vitamin D deficiency in adults: when to test and how to treat. Mayo Clin Proc. 2010 August;85(8):752—758.

Office of Dietary Supplements, National Institutes of Health. Dietary Supplement Fact Sheet: Vitamin D. June 24, 2011. <http://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminD-HealthProfessional/>

⁷United States Census Bureau. An older and more diverse nation by midcentury. August 14, 2008. <http://www.census.gov/newsroom/releases/archives/population/cb08-123.html>. Last accessed May 16, 2012.

⁸Rollins G. Vitamin D testing: What's the right answer? Labs grapple with confusing analytics, evidence. Clin Lab News. 2009;35:1,6,8.

Sattar N, Welsh P, Panarelli M, Ferozhi NG. Increasing requests for vitamin D measurement: costly, confusing, and without credibility. Lancet. 2012;379:95—96.

Vitamin D testing. Correspondence. Lancet. 2012;379:1699—1700.

Ong L, Saw S, Sahabdeen NB, Tey KT, Ho CS, Sethi SK. Current 25-hydroxyvitamin D assays: do they pass the test? Clin Chim Acta. 2012 Jul 11; 413(13-14):1127—1134.

**Международная штаб-квартира
компании «Сименс»**
Siemens AG
Wittelsbacherplatz 2
80333 Munich
Germany

**Международная штаб-квартира
Сектора здравоохранения
компании «Сименс»**
Siemens AG
Healthcare Sector
Henkestrasse 127
91052 Erlangen
Germany
Тел.: 49 9131 84-0
www.siemens.com/healthcare

www.siemens.com/healthcare-magazine
www.healthcare.siemens.com

Ввиду определенных региональных ограничений на права продажи и доступность услуг мы не можем гарантировать, что все продукты, указанные в данной брошюре, будут доступны через подразделения продаж «Сименс» по всему миру.

В некоторых странах продукты могут быть недоступны, а упаковка для разных стран может различаться и изменяться без уведомления. Некоторые/все функции и продукты, описанные в брошюре, могут быть недоступны в США.

Информация, приведенная в этом документе, содержит общее техническое описание спецификаций и опций, а также стандартных и дополнительных возможностей, которые не всегда могут иметься в каждом конкретном случае.

«Сименс» оставляет за собой право изменять описанные здесь конструкцию, упаковку, спецификации и опции без предварительного уведомления.

Свяжитесь с местным представителем «Сименс» по продажам, чтобы получить самую актуальную информацию.

Примечание. Все технические показатели, содержащиеся в этом документе, могут колебаться в допустимых пределах. Оригиналы изображений могут утратить некоторые детали при воспроизведении.

Контактная информация в России

Россия
ООО «Сименс»,
Сектор Здравоохранения
Адрес: Москва, 115184,
ул. Большая Татарская, 9
Тел.: + 7 495 737 10 00
Факс: + 7 495 737 13 20
Эл. почта: info.healthcare.ru@siemens.com
www.siemens.ru/healthcare