

В статье рассматриваются перспективы использования новых методов лучевой диагностики. Даны описания диагностических возможностей одномоментного слияния изображений, полученных с помощью современных методик ультразвукового исследования, с данными компьютерной томографии или магнитно-резонансной томографии. Представлены некоторые клинические примеры использования данной методики. Преимущества слияния изображений позволяют получить прямое сопоставление патологии органа с использованием различных форм визуализации, что значительно повышает диагностическую ценность исследования и обеспечивает более точный мониторинг интервенционных процедур и снижение радиационного воздействия. Одним из последних направлений в развитии ультразвуковой диагностики является технология виртуальной сонографии в реальном масштабе времени, которая позволяет одномоментно отображать на мониторе данные ультразвукового исследования совместно с соответствующим ему срезом из объема данных КТ или МРТ.

**Ключевые слова:** ультразвуковое исследование, виртуальная сонография, КТ/МРТ, интервенционные процедуры.

The article discusses the prospects of the use of new methods of radiation diagnosis. Describes the diagnostic capabilities of the merger of modern techniques of ultrasound, data computed tomography or magnetic resonance imaging. There are some clinical examples of the use of this technique. The advantages of image fusion allows direct comparison with the pathology of the various forms of visualization, greatly increasing the diagnostic value of the study, more accurate monitoring of interventional procedures and reduce radiation exposure. One of these recent trends in the development of ultrasound technology is a virtual sonography in real time, which allows the monitor to display an ultrasound image along with the corresponding CT scan / MRI, in real time.

**Key words:** ultrasound, real-time virtual sonography, CT/MRI, interventional procedures.

В настоящее время современный уровень медицинской техники позволяет выявить структурные и функциональные изменения одного и того же органа с помощью устройств, имеющих различный принцип действия, но дополняющих друг друга в отношении полученной информации. При этом достоверность полученных данных будет сопоставима. В последние годы была разработана комбинация двух методов визуализации – так называемые «сочетанные виртуальные технологии». Одним из таких последних направлений является технология виртуальной сонографии в реальном масштабе времени (real-time virtual sonography – RVS). Данная технология позволяет одновременно получать на мониторе ультразвукового аппарата ультразвуковое изображение и компьютерное изображение соответствующего среза КТ или МРТ.

Новая технология слияния изображений, на наш взгляд, позволит значительно расширить диагностические возможности сразу двух методов за счет дополнительной визуальной информации в режиме реального сканирования [1]. Кроме того, эта технология может внести существенные коррективы в использование контрастных препаратов, что, например, в случаях поиска патологии почек может иметь критическое значение.

Система для виртуальной сонографии включает в себя генератор магнитного поля и магнитный позиционный сенсор (магнитное устройство датчика положения), который закреплен на выпуклой стороне датчика ультразвукового сканера (рис. 1).

Магнитный сенсор определяет положение и угол направления УЗ-датчика в пространстве для создания изображений с одинаковыми сечениями в режиме реального времени, регистрирует и передает данные на рабочую станцию, в которой содержится заранее полученный массив данных КТ/МРТ обследуемого пациента.

Рабочая станция обрабатывает информацию и воспроизводит произвольный срез КТ/МРТ, соответствующий текущему ультразвуковому изображению, с частотой более 10 кадров в секунду [5].

Для совместимости с модулем виртуальной сонографии КТ/МРТ-снимки должны соответствовать определенным требованиям:

- 1) объем данных должен быть заархивирован в формате DICOM;
- 2) толщина среза должна быть 3 мм или менее;
- 3) для виртуальных КТ/МРТ-изображений за точку ориентирования целесообразно использовать мечевидный отросток.

Из загруженных КТ/МРТ-изображений выбирается интересующий массив данных, активируется программа, расставляются необходимые маркеры

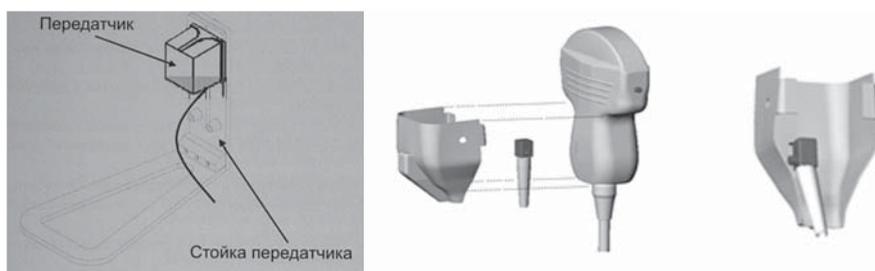


Рис. 1. Генератор магнитного поля, ультразвуковой датчик с магнитным устройством датчика положения.

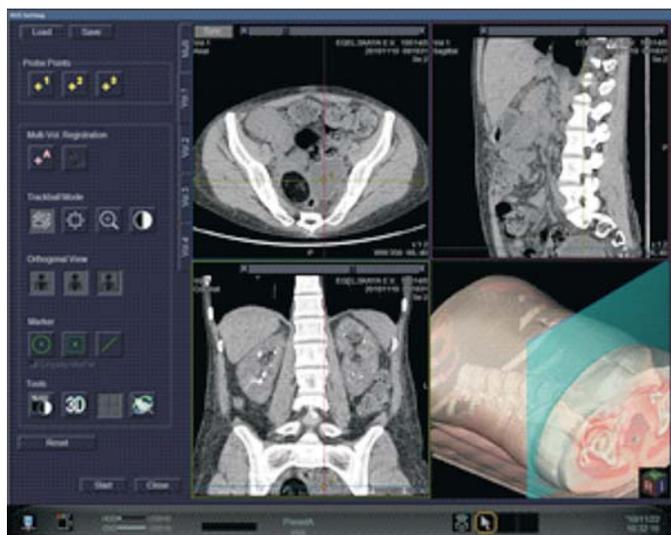


Рис. 2. Этап активации программы технологии виртуальной сонографии.

тела (рис. 2). Для точки ориентирования целесообразно использовать мечевидный отросток.

Пациента укладывают на кушетку, на спину, УЗ-датчик устанавливают в зону интереса. В случае несоответствия между изображениями, полученными при КТ/МРТ-исследованиях, и изображением, полученным при УЗ-исследовании в режиме реального времени, данные можно скорректировать необходимое количество раз. На мониторе УЗ-аппарата отображаются две части: справа ультразвуковое изображение в режиме реального времени и слева соответствующее ему в данной плоскости сканирования виртуальное реконструированное КТ/МРТ-изображение. Эти данные можно записывать в виде статических изображений или клипов с возможностью обработки и исследования в постпроцессинге.

Модуль виртуальной сонографии совместим с В-режимом, цветовым доплеровским картированием (ЦДК) и методом контрастного усиления на УЗ-сканере [6]. Поэтому технология виртуальной сонографии в реальном масштабе времени может иметь важное клиническое применение в оценке васкуляризации опухоли, посредством объединения преимуществ методик доплеровского ультразвукового исследования и бесконтрастной КТ/МРТ, что в итоге значительно снижает лучевую нагрузку и риск аллергических реакций.

На кафедре лучевой диагностики ФГУ УНМЦ уже накоплен значительный опыт клинического использования технологии виртуальной сонографии в сложных диагностических случаях. Пока идет накопление статистического материала, хотелось бы поделиться некоторыми клиническими наблюдениями, показывающими преимущества виртуальной сонографии при исследовании почек.

Пациентка 75 лет обратилась с жалобами на ноющие боли в поясничной области. Общий анализ крови – без изменений. В общем анализе мочи – макрогематурия. При ультразвуковом исследовании



Рис. 3. Виртуальная сонография. Одновременное сочетание данных ультразвукового исследования и КТ. Хорошо дифференцируется опухоль левой почки.

почек в нижнем полюсе определяется округлый участок неоднородной структуры с нечеткими контурами. При выполнении КТ без применения контрастного вещества было выявлено объемное образование левой почки, однако оценить распространенность опухоли не представлялось возможным. При выполнении сочетанного исследования с использованием данных бесконтрастной КТ и УЗИ была получена информация, которая позволила исключить прорастание опухоли в почечную лоханку (рис. 3, 4).

Приводим следующее наблюдение, когда с помощью виртуальной сонографии, помимо информации о перфузии почечной паренхимы, удалось дополнительно уточнить характер объемных образований яичников.

Женщина 40 лет поступила с жалобами на тянущие боли в правой поясничной области, повышенные температуры тела до 39°C, слабость. По данным клинико-лабораторного обследования поставлен диагноз – острый пиелонефрит справа, токсический нефрит, хроническая почечная недостаточность (ХПН) интермитирующей стадии. Для исключения гнойно-деструктивного процесса в почках проведена бесконтрастная КТ, при которой были выявлены до-

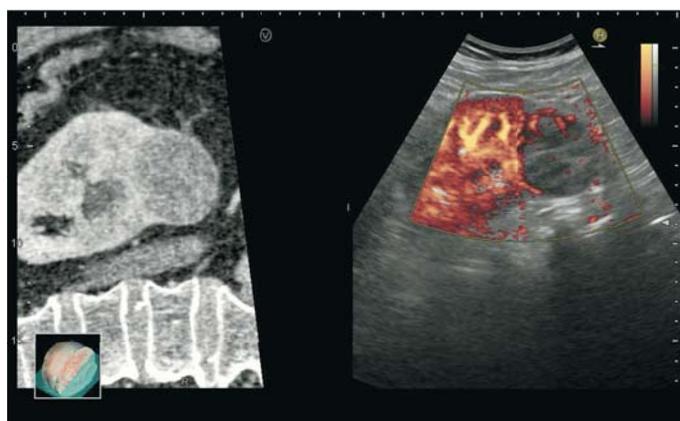
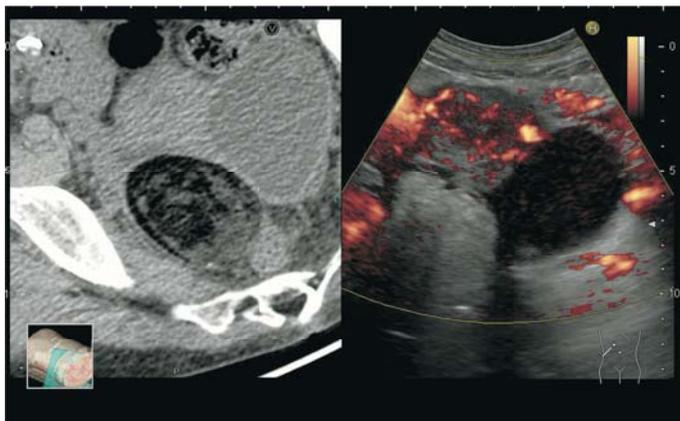


Рис. 4. Та же пациентка. При включении энергетического картирования при УЗ-ангиографии видно, что опухоль не прорастает в лоханку почки. В данном случае мы смогли решить диагностическую задачу без применения йодсодержащего контрастного вещества.



**Рис. 5. Виртуальная сонография с одновременным сочетанием данных бесконтрастной КТ и ультразвукового исследования. Данные ультразвукового исследования с УЗ-ангиографией позволили точно установить диагноз: наличие дермоидной и эндометриодной кист яичников.**

полнительные объемные образования в области яичников неясной этиологии. Так как из-за выраженного нефротического синдрома применение контрастного вещества при КТ было противопоказано, было решено провести УЗ-исследование с использованием виртуальной сонографии и УЗ-ангиографии. При сочетанном исследовании выявлено снижение перфузии почечной паренхимы, характерное для ХПН, отсутствие гнойно-деструктивных процессов, а также уточнен характер дополнительных объемных образований яичников в виде дермоидной кисты правого яичника и эндометриодной кисты левого яичника (рис. 5).

В ряде случаев, используя технологию виртуальной сонографии, мы смогли получить ключевую информацию в определении природы объемного образования почки.

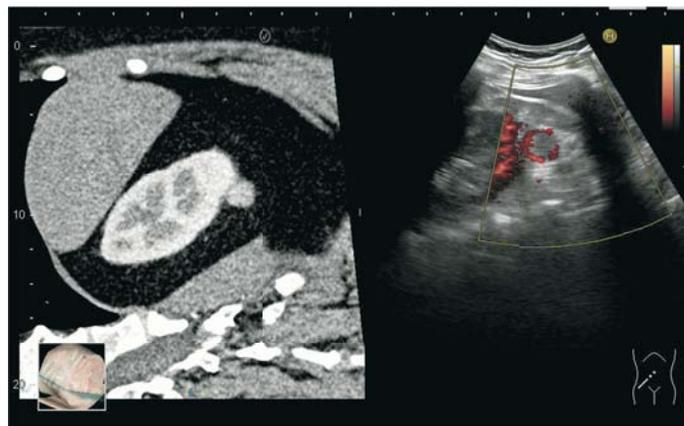
**М у ж ч и н а** 48 лет проходил диспансерное обследование: ультразвуковое исследование органов брюшной полости и забрюшинного пространства. Было выявлено подкапсульное образование в нижнем полюсе правой почки. При выполнении КТ характер подкапсульного образования в правой почке был неясен из-за нечеткой картины накопления контрастного препарата в данном образовании. Однако при синхронизации данных КТ и ультразвукового исследования в режиме УЗ-ангиографии в данном образовании были четко выявлены опухолевые сосуды. Таким образом, был установлен опухолевый генез этого подкапсульного образования (рис. 6, 7).

Следующий случай демонстрирует возможности методики виртуальной сонографии в оценке перфузии почек.

**М у ж ч и н а** 51 года обратился с жалобами на тупые боли в правом подреберье и поясничной области, тошноту, повышение температуры тела до 38,6°C. В общем анализе крови — лейкоцитоз. В общем анализе мочи — протеинурия, эритроцитурия. При ультразвуковом исследовании органов брюшной полости и забрюшинного пространства в В-режиме экоструктурных изменений не выявлено.



**Рис. 6. Виртуальная сонография (сочетание данных КТ и УЗИ). Подкапсульное образование правой почки**

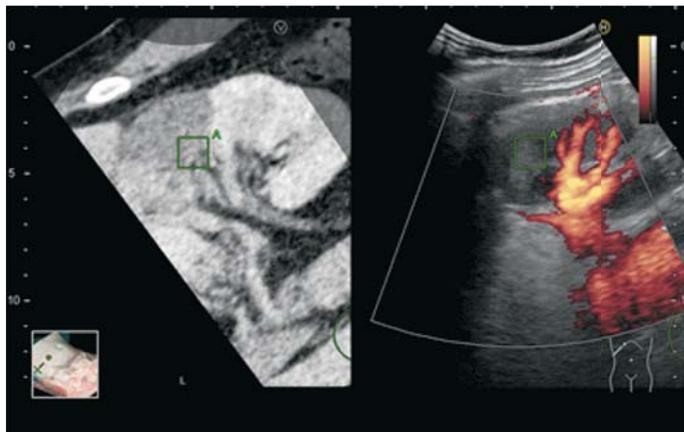


**Рис. 7. Тот же пациент. Виртуальная сонография с одномоментным сочетанием данных КТ и УЗ-ангиографии. При ультразвуковом исследовании четко видны опухолевые сосуды в подкапсульном образовании почки.**

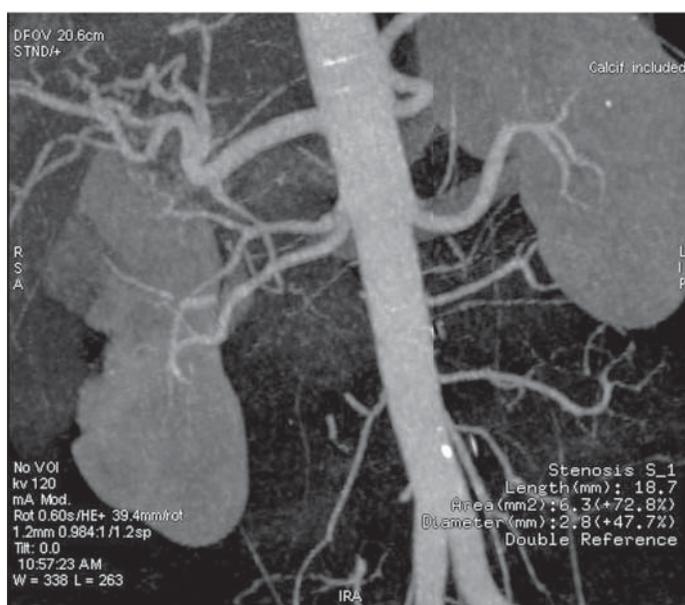
При КТ органов брюшной полости и забрюшинного пространства без контрастного усиления в правой почке определяется гиподенсный очаг клиновидной формы, основанием направленный к капсуле почки. Был заподозрен инфаркт почки неясного генеза. Благодаря применению методики виртуальной сонографии, позволяющей одномоментно использовать данные бесконтрастной КТ и УЗ-ангиографии, удалось визуализировать нарушение проходимости внутрипочечных ветвей почечной артерии, питающих средний сегмент почки (рис. 8).

Для подтверждения диагноза пациенту была назначена рентгеновская ангиография, которая полностью подтвердила данные виртуальной сонографии (рис. 9).

К настоящему времени накоплен большой материал по использованию виртуальной сонографии в навигации во время выполнения различных интервенционных процедур. Так, использование функции виртуальной сонографии значительно увеличивает точность позиционирования биопсийной иглы при инвазивных процедурах без дополнительного рентгеновского облучения пациента [7]. Данная функция работает со всей линейкой абдоминальных, специ-



**Рис. 8.** Виртуальная сонография с одновременным сочетанием данных КТ и УЗ-ангиографии. При УЗ-ангиографии отмечается локальное отсутствие внутривенных артерий в среднем сегменте почки, типичное для тромбоза, сопровождающегося инфарктом почки.



**Рис. 9.** Данные рентгеновской ангиографии полностью подтверждают результаты, полученные с помощью виртуальной сонографии.

альных биопсийных и высокочастотных линейных датчиков. Здесь виртуальная сонография, сочетающая в себе преимущества изображений обоих методов, показала явное преимущество. Параметры каждого датчика – усиление, глубина, положение фокуса, тканевой гармоник и динамический диапазон – можно регулировать независимо друг от друга. Представляя изображения в двух различных плоскостях сканирования, можно улучшить точность иглы и мониторинг интервенционных процедур [4]. Радиочастотная абляция почек с использованием технологии виртуальной сонографии является минимально инвазивной техникой, которая может эффективно использоваться для локального разрушения опухоли с сохранением здоровой почечной паренхимы, что приводит к уменьшению общей заболеваемости, более ранней выписке, быстрейшему выздоровлению и снижению общих расходов [2, 3].

### Заключение

Преимущества виртуальной сонографии:

- возможность одновременного отображения на экране данных УЗ-исследования в реальном масштабе времени (со всеми дополнительными доплеровскими УЗ-технологиями) и данных КТ/МРТ в соответствующей проекции среза, получаемого из объемных данных КТ или МРТ;
- возможность объемной навигации по данным двух методов визуализации;
- возможность использования КТ/МРТ-изображения различных фаз/стандартов (до 4 различных объемных файлов);
- возможность комбинирования реконструкции объемных данных поверхности тела с изображением внутренних органов для улучшения выявления опухолей;
- возможность установки так называемой виртуальной мишени на разных типах изображения;
- ресинхронизация в режимное реального времени или «стоп-кадра»;
- возможность настройки специфической зоны интереса, вращение по 3 осям.

Таким образом, можно заключить, что инновационная технология виртуальной сонографии (RVS) обеспечивает надежную информацию о топографоанатомическом положении почек и образований в них, позволяет снизить лучевую нагрузку на пациента и может применяться для исследования почек у пациентов с противопоказаниями к применению контрастных препаратов.

### Литература

1. Зубарев А.В., Фёдорова Н.А. Является ли ультразвук конкурентом КТ/МРТ? //Вестник МЕДСИ. 2011. № 10. С. 22-27.
2. Gervais D.A., Arellano R.S., McGovern F.J., McDougal W.S., Mueller P.R. Radiofrequency ablation of renal cell carcinoma: part 2, Lessons learned with ablation of 100 tumors. *AJR Am J Roentgenol* 2005; 185: 72–80.
3. Gervais D.A., McGovern F.J., Arellano R.S., McDougal W.S., Mueller P.R. Radiofrequency ablation of renal cell carcinoma: part 1, Indications, results, and role in patient management over a 6-year period and ablation of 100 tumors. *AJR Am J Roentgenol* 2005; 185: 64–71.
4. Hitachi Medical Systems Europe 1994, 2011. *Real-time Bi-Plane (RTBi) Imaging. Twice the vision for surgical precision.*
5. *Real-time Virtual Sonography Unit. Instruction Manual.* Hitachi Medical Corporation. 2004–2006.
6. Sandulescu L., Saftoiu A., Dumitrescu D., Ciurea T. Real-time contrast-enhanced and real-time virtual sonography in the assessment of benign liver lesions. //*J Gastrointest Liver Dis.* 2008. N 17. P. 475–478.
7. Wolfgang Wein, Shelby Brunke, Ali Khamene et al. Automatic CT-ultrasound registration for diagnostic imaging and image-guided intervention. //*J Medical Image Analysis.* 2008. N 12. P. 577–585.