

## ДОППЛЕРОГРАФИЯ В УРОЛОГИИ

*М.Э. Ситдыкова, А.Ю. Зубков, Ф.М. Гилязова*

*Кафедра урологии (зав.— проф. М.Э. Ситдыкова)  
Казанского государственного медицинского университета*

В связи с бурным развитием новых компьютерных технологий и быстрым внедрением их в сферу медицинской техники значительно обогатились и расширились диагностические возможности ультразвука. Появилось новое направление — ультразвуковая ангиография, которая базируется на цветовом методе изучения картирования (ЦДК), трехмерной реконструкции сосудов, использовании эхоконтрастного усиления доплеровского сигнала и энергии «второй гармоники». В основу нового метода изучения сосудов был положен физический феномен, открытый в 1842 г. австрийским ученым Допплером и получивший в мировой литературе его имя. Сущность эффекта состоит в том, что при локации движущегося объема крови отраженный от него сигнал имеет частоту колебания, отличную от частоты посылаемого сигнала на величину, пропорциональную скорости его движения. Используемая частота при исследованиях почечных сосудов должна быть в пределах 3,0—3,5 МГц [13]. Нормальная доплерограмма имеет отчетливо выраженные систолический и диастолический компоненты. Площадь под систолической фазой волны может быть частично свободной при нормальном, ламинарном кровотоке, так как во время систолы медленно перемещается очень малое количество крови. Это является причиной появления так называемого систолического окна [10, 11]. Способность артерий к эластичному сокращению позволяет поддерживать заброс крови во время диастолы. Наклон кривой в этой фазе уменьшается на всем протяжении диастолы [5, 6]. В норме сопротивление в почечных сосудах низкое. Таким образом, почечным артериям характерен высокий диастолический кровоток [11].

Итак, кривая спектра доплеровских сигналов нормальных почечных артерий характеризуется высокой систолической волной, достаточно высоким пологом диастолическим компонентом кривой кровотока и относительно узкой зоной частотного спектра. Для визуализации почечных артерий применяют разные доступы: передний — трансабдоминальный [14], задний — транслумбальный [13, 14], латеральный — декубитальный [8]. Полипозиционный подход позволяет охарактеризовать почечные артерии практически на всем их протяжении от устьев до ворот почки. При анализе показателей, полученных с помощью переднего и латерального доступов, выяснилось, что оба достаточно адекватны и не уступают друг другу по информативности [1].

Для описания волновых форм спектра частот нашли применение вычисление отдельных индексов и временных параметров. Одним из первых предложен пульсовый индекс (PI):  $PI=(A-B)/mean$ ,

где А—максимальная величина спектра частот (в кГц), В—минимальная величина спектра частот (в кГц), mean — усредненная по времени максимальная частота доплеровского сдвига по всему сердечному циклу. Пульсовый индекс почечных артерий здоровых людей равен 1,1. Индекс циркуляторного сопротивления (он же индекс резистенции —IR) представляет собой соотношение между величиной прироста систолического потока и величиной общего потока [5]:  $IR=(A-B)/A$ .

Систолический индекс — это соотношение между максимальной и минимальной величинами спектра частот (в кГц). В норме он равен  $2,4\pm 0,3$  для правой почечной артерии и  $2,8\pm 0,3$  для левой [13, 14]. Диастолический индекс — это соотношение между минимальной и максимальной величинами, выраженное в процентах. В норме он равен  $29,0\pm 6,3\%$  [9]. Время ускорения — это период между начальной и самой высокой частотой диапазона доплеровского спектра. В норме он колеблется от  $50\pm 7$  до 70 мс [14]. Время появления — это интервал между началом QRS-комплекса на ЭКГ и самой высокой частотой спектра доплеровского сдвига на эходопплерограмме, который в норме равен  $170\pm 9$  мс [9]. Коэффициентом времени ускорения является соотношение времени ускорения в почечной артерии и аорте, равное в норме 1,35 [14]. Все указанные выше индексы неспецифические, но достаточно чувствительные. Они могут меняться при нарушении как проксимального, так и дистального кровотока.

При обследовании больных, страдающих артериальной гипертензией, обусловленной стенозом почечной артерии, в сосудах выявляются значительные структурные изменения вследствие атеросклероза или фибромускулярной дисплазии [1, 11, 13]. На эхограмме различают пре- и постстенотические расширения артерии и участок сужения [13]. При помощи “маркера” измеряют диаметр сосуда. В норме диаметр артерий в области устья равен 5-6 мм, по направлению к почке он уменьшается до 3-4 мм [4]. Устанавливают процент стеноза (незначительный стеноз — менее 50 %, умеренный — от 50 до 70%, выраженный — более 70 % [6]).

Ламинарный, движущийся с высокой скоростью кровотоков в стенозирующем участке почечной артерии на доплерограмме характеризуется высокой частотой доплеровского сдвига (высокий систолический компонент), повышенным сопротивлением (увеличенные индексы — систолический, сосудистого сопротивления и пр.), отсутствием диастолической волны, широким систолическим окном (узкий спектр вари-

ции частот), небольшим увеличением времени ускорения. Степень увеличения коэффициента времени ускорения полностью коррелирует с выраженностью стеноза [13, 14]. Отсутствие доплерограммы указывает на высокий стеноз или окклюзию артерии. Указанные выше изменения доплерограммы исчезают или становятся менее выраженными после ангиопластики [12]. У больных верифицированной, так называемой эссенциальной, гипертензией отмечается увеличение диаметра почечных артерий и среднего объема кровотока [1]. Эходоплерографию можно использовать для выявления гидронефроза, обусловленного наличием добавочного сосуда к нижнему сегменту почки, и гемодинамических нарушений в почке, а также интраоперационно для определения расположения крупных сосудов (картирование). Это позволяет в случае нефротомии произвести разрез в относительно аваскулярной зоне. Кроме того, данный метод дает возможность следить за изменениями кровотока при использовании разных нагрузочных и фармакологических проб, оценивать эффект консервативного или оперативного лечения, определять кровоток не только пораженной, но и контрлатеральной почки.

Важное место при исследовании почек в настоящее время занимает ЦДК, с помощью которого можно визуализировать крупные сосуды почек — почечную артерию, делящуюся на несколько сегментарных артерий, межлолевые артерии, являющиеся продолжением сегментарных сосудов и проходящие между пирамидками в паренхиме. ЦДК облегчает визуализацию и исследование магистральных почечных сосудов, измерение параметров кровотока в которых позволяет получить представление о снижении или увеличении почечного кровотока и предположить наличие тромба в почечной вене. ЦДК значительно облегчает визуализацию опухолевых тромбов в нижней полой вене, что проявляется дефектом окрашивания и участками регургитации в проксимальном и дистальном отделах вены. Это позволяет значительно ограничить показания к выполнению нижней кавографии и почечной селективной венографии. Кроме того, она дает возможность прогнозировать исход и сроки разрешения острой почечной недостаточности.

С помощью ПДК изучена сосудистая архитектура предстательной железы, были визуализированы сосуды капсулярного артериального сплетения, особенно отчетливо выраженные по переднелатеральным поверхностям железы. Обычно четко отображаются артерии (иногда парные), проходящие вдоль обоих семявыбрасывающих протоков, а также артерии вдоль уретры. Непосредственно в паренхиме предстательной железы видны отдельные участки артериальных сосудов с кровотоком, идущим по направлению к капсуле железы и от нее, причем практически только в ткани периферической и центральной зон. Визуализировать сосуды в передней фиброзно-мышечной зоне часто не удается, вероятно, из-за меньшего их диаметра и удаленности этих отделов железы от сканирующей поверхности трансректального датчика. Отчетливо выделяются мно-

гочисленные венозные сосуды сопровождающие, как правило, крупные артериальные ветви [2]. Линейное сканирование позволяет более дифференцированно изучить архитектуру сосудов предстательной железы, достаточно отчетливо визуализировать уретру, семявыбрасывающие протоки, контуры узлов при нодулярной гиперплазии и сосуды, проходящие вдоль них. При поперечном сканировании появляется возможность оценить симметричность железы и соответственно характер кровотока в ней. Такое расположение сосудов относительно сканирующей поверхности поперечного датчика, очевидно, более благоприятно для получения отчетливого спектра сосудов.

У больных простатитом необходимо проводить также УЗИ органов мошонки в связи с нередкими осложнениями эпидидимитом или орхоэпидидимитом. Органы мошонки являются легко доступным объектом для этого исследования из-за их поверхностного расположения, а четкую детализацию всех структур обеспечивают современные высокочастотные датчики. Толщина неизменной стенки мошонки колеблется от 2 до 8 мм, причем такое различие в размерах определяется мясистой оболочкой [3]. Гиперэхогенная срединная перегородка разделяет мошонку на две части, в каждой из которой визуализируются яичко, придаток и мошоночная часть семенного канатика. Между париетальным и висцеральным листками влагалищной оболочки имеется небольшое количество жидкости объемом 1–2 мл, толщиной 1–3 мм. Форма яичка овальная, контуры ровные, отчетливые, длина — от 3 до 5 см, ширина и толщина — от 2 до 3 см, структура диффузно однородная, эхогенность средняя. Нередко серошкальная эхография дает возможность определять внутрияичковые артерии, которые в виде гипозоногенных линейных трубчатых структур идут в направлении, перпендикулярном срединной стенке. При применении доплеровских методик исследования возможна визуализация капсулярных, центрипетальных, возвратных и трансмедиастинальных артерий [3]. С помощью импульсной доплерографии оценивается артериальный кровоток, характеризующийся низким общим периферическим сопротивлением. Спектр представлен широкой систолической и достаточно высокой диастолической составляющими. Показатели пиковой систолической скорости во внутрияичковых артериях находятся в пределах от 8 до 26 см/с, показатели индекса резистентности — от 0,5 до 0,7. При варикоцеле во время УЗИ в В-режиме в проекции мошоночного отдела семенного канатика, верхнелатеральных и задненижних отделов яичка определяются множественные расширенные трубчатые структуры, извитые или узловатой формы. Структуры анэхогенны. Диаметр вен должен быть больше 2–3 мм. Вены расширяются на фоне применения нагрузочных проб. При ЦДК и энергетическом доплеровском картировании (ЭДК) в расширенных трубчатых структурах визуализируются цветовые сигналы, причем применение нагрузочных проб приводит к усилению кровотока на фоне возникновения рефлюкса. Однако необходимо помнить, что ни

при ЦДК, ни при ЭДК, ни при импульсной доплерографии сосудистые сигналы в тромбированных узлах не регистрируются. Необходимо обратить внимание на так называемое функциональное (субклиническое) варикоцеле, которое диагностируется только с помощью доплеровских методик исследования и венографии. Обойти эту проблему невозможно, потому что данная форма заболевания также приводит к нарушению сперматогенеза и нуждается в коррекции [15]. Метод предполагает оценку венозного возврата, регистрируемого на фоне нагрузочных проб. В зависимости от степени повышения внутрибрюшного давления (от незначительной на фоне глубокого вдоха до выраженной на фоне максимального напряжения брюшной стенки) и продолжительности рефлюкса исследователи выделяют различные типы венозного возврата — короткий рефлюкс длится не более 1 с, промежуточный — не более 2 с, постоянный — более 2 с. Рекомендуются использование доплерографии только для диагностики непальпируемого варикоцеле, поскольку у всех пациентов с пальпируемым расширением вен лозовидного сплетения наблюдается продолжительный венозный возврат. С учетом влияния гемодинамических факторов на выбор метода последующего лечения варикоцеле были предложены методы, позволяющие дифференцировать различные типы рефлюксов, — реносперматический, илосперматический, смешанный [7]. Комплексное УЗИ позволяет не только диагностировать варикоцеле и оценивать гемодинамические механизмы венозного сброса в гроздевидное сплетение, но и определять причинные факторы, приведшие к заболеванию. Для этого осуществляется обследование забрюшинного пространства на предмет выявления врожденных аномалий (почек и крупных сосудов), опухолевых и неопухолевых органных и внеорганных патологических процессов. Целесообразным представляется осуществление ультразвукового контроля после применения различных вариантов лечения для диагностики рецидивов варикоцеле и различных осложнений, связанных с нарушением кровоснабжения яичка.

Диагноз острого орхоэпидидимита устанавливается на основании клинико-лабораторных данных и результатов комплексного УЗИ. Отсутствие четких диагностических критериев серошкальной эхографии затрудняет постановку правильного диагноза. И в этом случае бесспорна ценность доплеровских методик исследования, так как они позволяют выявить гиперваскуляризацию (увеличение числа сосудов) и расширение их просвета), снижение общего периферического сопротивления сосудистого русла и повышение скорости кровотока, то есть признаки, характерные для острого воспаления [3].

Серошкальная эхография дает возможность с высокой степенью точности диагностировать опухоли яичка, которые имеют весьма разнообразную эхографическую картину, — чаще это достаточно четко ограниченные диффузно однородные или неоднородные образования пониженной эхогенности. Реже эхогенность повышенная или смешанная, что обусловлено чередованием гипо-

эхогенных, гиперэхогенных зон, кальцинатов, кистозных включений. Возможна также диффузная инфильтрация паренхимы пораженного яичка. Однако дифференциация объемных образований на доброкачественные и злокачественные, а также на опухолевые и неопухолевые с помощью рутинного УЗИ не проста. При доплерографии большинство опухолей, размер которых не превышает 1,6 см, гиповаскулярны по сравнению с окружающей паренхимой яичка. В отличие от них, большинство образований больше 1,6 см гиперваскулярны. Однако признак патологической гиперваскуляризации злокачественных образований характеризуется достаточно низкими чувствительностью и специфичностью. Критерий злокачественности опухоли не коррелирует ни с размерами образования, ни со степенью васкуляризации. Как правило, опухолевый кровоток характеризуется беспорядочно расположенными цветовыми сигналами. Использование импульсной доплерографии также не дало дополнительных диагностических критериев [3].

Паховая или брюшная ретенция яичек (крипторхизм) — еще одна из областей применения комплексного УЗИ. В первую очередь диагностика базируется на уточнении локализации неопустившегося яичка. Вторым важным моментом является определение его жизнедеятельности. При ЦДК и ЭДК в паренхиме неопущенного яичка чаще всего наблюдается либо наличие слабых сигналов кровотока, либо отсутствие последних. При спектральной доплерографии пиковая систолическая скорость не превышает 9—10 см/с, индекс резистентности возрастает до 0,8. Низведенное в мошонку яичко редко имеет нормальные показатели кровотока. Как правило, они соответствуют вышеуказанным значениям [3].

Таким образом, эходопплерография не оказывает вредного воздействия на больного и окружающий персонал. Она эффективна, неинвазивна, легко воспроизводится в разные периоды течения болезни, но недостаточно изучена и требует дальнейших исследований.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Богданова М.М. Структурно-функциональное состояние крупных артерий и сердца по данным двухмерного ультразвукового импульсного доплер-сканирования у больных артериальной гипертензией в процессе динамического диспансерного наблюдения : Автореф. дис. ... канд.-мед.наук. — М., 1987.
2. Васильев А.Ю., Громов А.И. //Воен.-мед. журн. — 1997. — № 4. — С. 33—37.
3. Зубарев А.Р., Митькова Д.М., Корякин М.В. Ультразвуковая диагностика заболеваний наружных половых органов у мужчин. — М., 1999.
4. Зубарев А.Р., Григорян Р.А. Ультразвуковое ангиосканирование. — М., 1991.
5. Клиническая ультразвуковая диагностика/ Под ред. Н.М. Мухарлямова. — М., 1987.
6. Лисица К.В., Смольянинова Н.Г., Анисимова Л.П. //Визуализация в клинике. — 1995. — № 6. — С. 9—10.

7. Мазо Е.Б., Тирси К.А., Андронович С.В.// Урология. — 1999. — № 3. — С. 22—26.

8. Пыгель Ю.А., Демидов В.Н., Амосов А.В.// Сов.мед. — 1980. — № 11—С. 57—61.

9. Arima M.//Diagnostik Ultrasound in Urology and Nephrology./Ed. Watanade. — Tokyo, 1981.

10. Burns P.N.// J. Clin. Ultrasound. — 1987. — Vol. 15. — P. 567—590.

11. Evans D.H.//Ultrasound Med. Biol. — 1985. — Vol.11.— P.73 5—741.

12. Gonda R.L., Karo J.J. et al.// AJU. — 1987. — Vol. 148. — P. 71—75.

13. Handa N., Fukunago R. Et al.// Ultrasound Med. Biol. — 1986. — Vol.12. — P. 945 — 952.

14. Handa N., Furunago R. Et al.// Ultrasound Med. Biol. — 1988. — Vol.14 — P.1—5 .

15. Petros J.A., Andriole G.L. et al. // J. Urol. — 1991. — Vol. 145. — P. 785—788.

Поступила 20.07.00.

УДК 616—092.612.017.1—064]—022:578.828

## ОБУЧЕНИЕ МЕДИЦИНСКОГО ПЕРСОНАЛА И НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЭПИДЕМИИ ВИРУСА ИММУНОДЕФИЦИТА ЧЕЛОВЕКА И СИНДРОМА ПРИОБРЕТЕННОГО ИММУНОДЕФИЦИТА В РОССИИ

*Джеймс Шервуд, Маджид Садиг*

*Йельский университет, США*

Наподобие чумы — “черной смерти” в Азии и в Европе в XIII—XIV веках — ВИЧ и СПИД в настоящее время меняют политику и экономику общества, а также экологию планеты.

**Происхождение вируса.** Вирус ВИЧ, вероятно, более точно обозначаемый как лимфотропный вирус приматов, был обнаружен у шимпанзе отряда троглодитов в экваториальной части Западной Африки. Вследствие расовой и культурной дискриминации внимание исследователей ошибочно было приковано к географической долготе африканского континента, а не к географической и биологической широте экватора в области бассейна Амазонки, являющегося, возможно, местом начала всего живого в самых разнообразных его формах.

ВИЧ имеется и в России, как и в других частях земного шара — в Африке, Америке, Европе и Азии. Распространение вируса может вступить в логарифмическую фазу и увеличивается вследствие большой мобильности населения, как это произошло в Африке и Северной Америке при развитии экономики, средств передвижения и миграции населения. Примером может служить случай, когда во время воздушного перелета один стюард самолета стал источником заражения в Нью-Йорке. Все известные факторы риска заражения и распространения данного вируса, включая гетеросексуальные и гомосексуальные половые контакты, венерические заболевания, внутривенное употребление наркотиков, нарушение стерильности игл или хирургических инструментов, несовершенство скрининговых тестов, проводящихся перед переливанием крови, имеются и в России. Русские стали нацией с очень высокой мобильностью, а женщины в России находятся в эпицентре сексуальной революции. В России растут наркомания и проституция. Путь передачи ВИЧ аналогичен путям распространения вирусов гепатита В и С. С учетом наличия вируса в популяции и факторов риска его передачи разрушительные последствия огромной эпидемии СПИДа в России неизбежны. Отдельные лица,

общество, практикующие врачи и чиновники должны быть готовы к борьбе с надвигающейся эпидемией.

**Различия в возбудителях оппортунистических инфекций.** Не следует полагать, что все специфические оппортунистические инфекции, характерные для Северной Америки и Африки, будут встречаться в Европе и Азии. Например, пневмоцистная пневмония, являющаяся распространенной оппортунистической инфекцией в Северной Америке, не встречается в Африке. Другими примерами оппортунистических инфекций в различных странах служат сальмонеллы в Индии, штаммы Penicillium marneffei на Тайване, лейшмании (калаазар) в Испании. Огромные просторы Евразии от Арктических морей до Каспия и от Балтики до Берингова пролива обладают, вероятно, самыми разнообразными эндемическими микробами и оппортунистическими возбудителями. Врачам следует с особой осторожностью относиться к клиническим проявлениям, значительно отличающимся от клиники заболевания, характерной для Северной Америки и Африки, а микробиологи должны быть готовы к идентификации таких возбудителей. Нужно быть бдительными к местным специфическим и уникальным для России проявлениям заболевания. Учебники с описанием признаков болезни, встречающихся в Северной Америке, не могут предсказать проявлений заболевания, возможных в Европе и Азии. Каждый регион должен составить свой собственный учебник. Среди популяции с выраженными нарушениями иммунитета возможно быстрое распространение туберкулеза. Вслед за ослаблением контроля за заболеваемостью населения в США в 80-х годах XX столетия последовало быстрое распространение туберкулеза, резистентного ко многим лекарственным формам. Туберкулез является эндемичным и эпидемичным заболеванием для России, поэтому то же самое может случиться и здесь. Ко-инфекция ВИЧ и вирусного гепатита В и С имеет свои особенные клинические проявления и последствия.