

ДОПЛЕРОГРАФИЯ АРТЕРИАЛЬНОГО КРОВОТОКА ПРИ НЕОСЛОЖНЕННОЙ БЕРЕМЕННОСТИ

Профессор Р.Я. АБДУЛЛАЕВ, доцент Е.А. ЯКОВЕНКО, доцент Е.Н. БАБАДЖАНЫН

Харьковская медицинская академия последипломного образования

Показаны возможности доплерографии для визуализации и регистрации спектра кровотока в маточных артериях, артерии пуповины и среднемозговой артерии, а также для определения внутрисердечной гемодинамики путем изучения трансмитрального, транстрикуспидального, аортального и легочного кровотока.

Нормальное течение беременности, рост и развитие плода зависят от кровотока в системе мать–плацента–плод, нарушение которого определяет патогенез многих осложнений беременности. Допплерография позволяет диагностировать минимальные отклонения маточно-плацентарно-плодового кровотока [1] и дает неоценимую информацию о состоянии кровотока при заболеваниях беременной (гестоз, гипертоническая болезнь, патологии почек, сахарный диабет, коллагеновые сосудистые заболевания) и плода (задержка внутриутробного развития, несоответствие размеров сроку беременности, маловодие, многоводие, преждевременное созревание плаценты, многоплодная беременность, пороки развития сердца). Знание нормальных параметров доплеровского спектра кровотока в соответствующих сосудах и камерах сердца плода в различные сроки неосложненной беременности дает возможность своевременно выявить отклонения и тем самым определить тактику ведения беременной женщины.

Регистрация и изучение кровотока в маточных артериях, в артерии пуповины, среднемозговой артерии, в камерах и крупных сосудах сердца являются наиболее информативными и часто выполняемыми доплеровскими исследованиями артериального русла у беременных. Быстрое и качественное получение доплеровского спектра кривых скоростей кровотока (КСК) в маточных артериях достигается при использовании режима цветового картирования, который позволяет определить уровень ветвления сосуда,

вплоть до спиральных артерий. С методической точки зрения, для быстрой визуализации маточных артерий поиск нужно провести рядом с наружной подвздошной артерией, доплеровский спектр которой имеет трехфазный характер. Затем медиальнее от нее можно регистрировать кровоток от маточной артерии, имеющей двухфазный характер спектра с неглубокой выемкой в начале диастолы. Проведенные исследования показывают необходимость получения КСК с обеих маточных артерий, так как нарушения кровотока в них более чем в 70% случаев выявляются только с одной стороны [2]. Для количественной оценки КСК доплеровского спектра используются углозависимые показатели — индекс резистентности (ИР), пульсационный индекс (ПИ) и соотношение максимальной систолической и конечной диастолической скоростей (С/Д).

$$\text{ИР} = (С-Д)/С,$$

где С — максимальная систолическая скорость кровотока; Д — конечная диастолическая его скорость.

ПИ определяется по формуле

$$\text{ПИ} = (С-Д)/С_{\text{р}},$$

где $C_{\text{р}}$ — средняя систолическая скорость, которая может быть вычислена автоматически или при обведении спектра вручную.

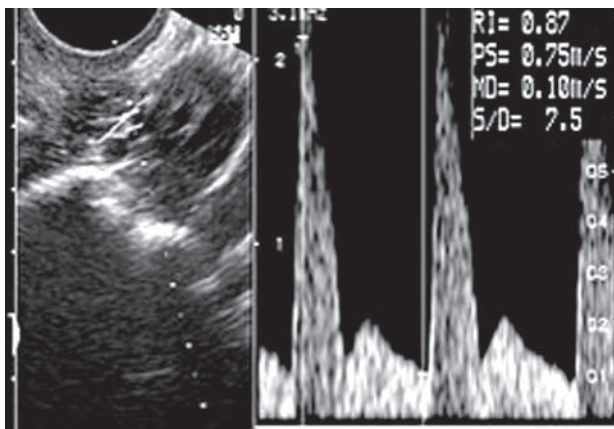


Рис. 1. Допплеровский спектр кровотока получен из маточной артерии небеременной женщины. Определяется неглубокая выемка в начале диастолы. ИР 0,87

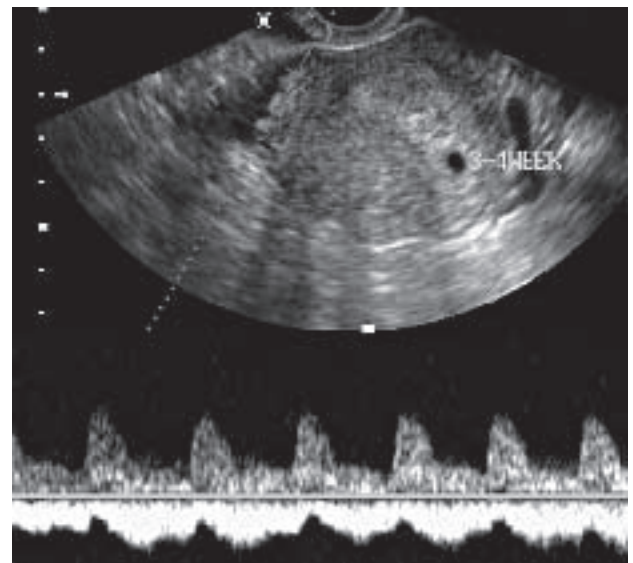


Рис. 2. Допплеровский спектр кровотока получен из маточной артерии в 3–4 нед беременности, отсутствует выемка в начале диастолы. ИР 0,65

Величина ПИ не зависит от максимальной систолической и конечной диастолической скоростей, в связи с чем лучше отражает качественные изменения кровотока в изучаемых сосудах, что очень важно для оценки маточно-плацентарного и плодово-плацентарного кровотока.

Постоянство маточно-плацентарного кровотока при прогрессировании беременности обеспечивается за счет снижения преплацентарного сопротивления току крови в ходе процесса инвазии трофобласта в спиральные артерии, так как происходит замещение мышечной и эластической оболочек фибриноидом и просвет этих сосудов расширяется. Отмечается динамическое изменение качества доплеровского спектра маточной артерии в течение первого триместра беременности. Если в норме он характеризуется наличием неглубокой выемки в начале диастолы (рис. 1), то уже в начале прогрессирующей беременности постепенно возрастает величина конечно-диастолической скорости, исчезает выемка и снижается ИР (рис. 2). Максимальное снижение резистентности маточных артерий происходит к 16-й нед, что обусловлено завершением морфологических изменений спиральных артерий и окончательным формированием низкорезистентного кровотока в бассейне маточной артерии. Проведенные исследования показывают, что ИР кровотока в маточной артерии на стороне прикрепления плаценты несколько ниже, чем на противоположной стороне.

Отмечена взаимосвязь между показателями кровотока в маточных артериях и артериях пуповины с начала второго триместра беременности. В первом триместре и в начале второго триместра в доплеровском спектре кровотока артерии пуповины пока еще отсутствует диастолический кровоток (рис. 3). После 16 нед, когда снижается резистентность кровотока в маточных артериях, появляется диастолический кровоток в доплеровском спектре артерии пуповины. Формирование низкорезистентных сосудистых систем в материнском и плодовом бассейне в начале второго триместра обеспечивает адекватное и интенсивное кровоснабжение развивающегося плода в более поздние сроки беременности. На протяжении второй половины неосложненной беременности наблюдается достоверное снижение показателей сосудистой резистентности в артерии пуповины, что обусловлено интенсивным ростом ее терминального русла и связано с развитием васкуляризации концевых ворсин плаценты (рис. 4, 5).

Регистрация кровотока в мозговой артерии плода является обязательным компонентом доплеровских исследований при беременности. В наибольшей степени изучается средняя мозговая артерия плода, качественная визуализация которой осуществляется только при использовании цветового доплеровского картирования [3]. Допплеровский спектр кровотока, полученный из средней мозговой артерии, характеризуется монофазным типом и высокой резистентностью (рис. 6). Скорость кровотока в средней мозговой артерии плода постепенно увеличивается на протяжении второй половины беременности, составляя в среднем 6–8 см/с в 20 нед и 25 см/с в 40 нед

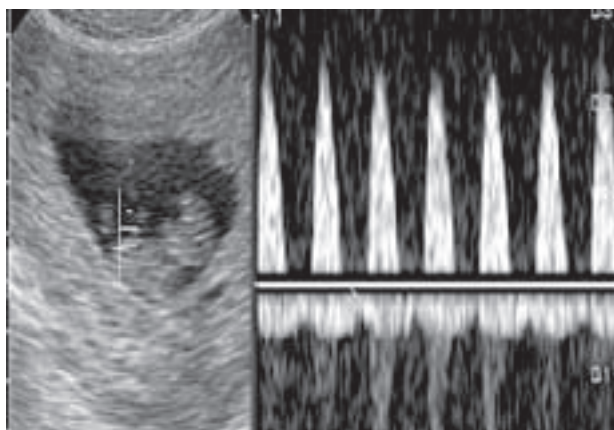


Рис. 3. Допплеровский спектр кровотока получен из артерии пуповины в 8–9 нед беременности, отсутствует диастолический кровоток

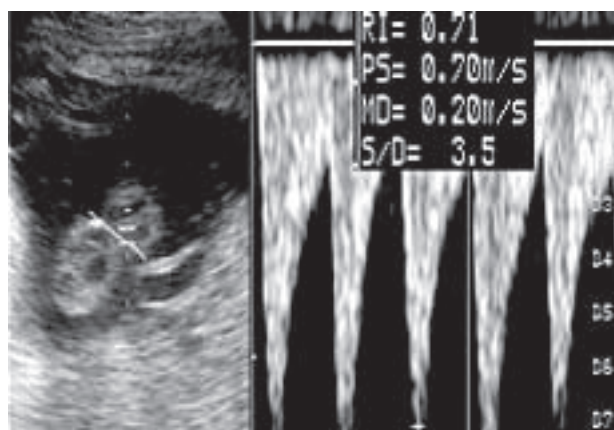


Рис. 4. Допплеровский спектр кровотока получен из артерии пуповины в 20–21 нед беременности, отмечается диастолический кровоток. ИР 0,71

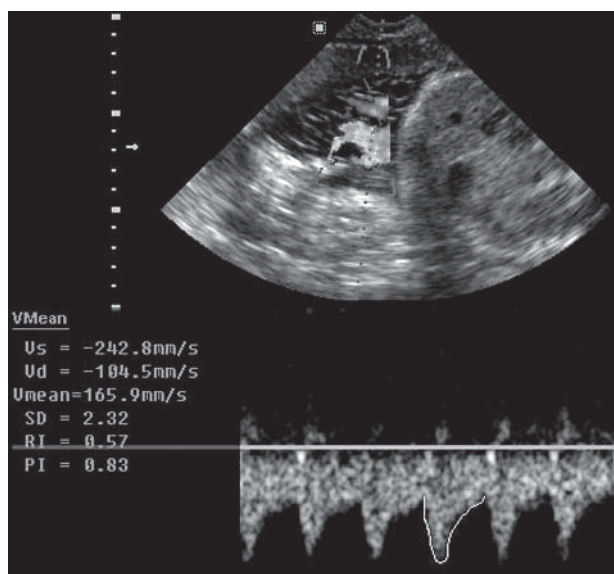


Рис. 5. Допплеровский спектр кровотока получен из артерии пуповины в 31–32 нед беременности. ИР 0,57

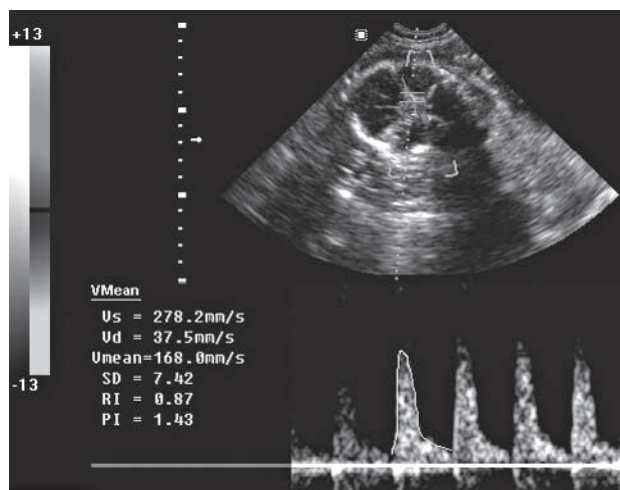


Рис. 6. Доплеровский спектр кровотока получен из средней мозговой артерии в 31–32 нед беременности. Регистрирован монофазный кровоток и высокий ИР–0,87

беременности [4]. Доплеровское исследование кровотока в аорте плода осуществляется в ее восходящем и грудном отделах при максимальном совпадении длинной оси сосуда и направлении ультразвукового луча. Спектр кровотока в аорте плода выглядит в виде двухфазной кривой, обусловленной пульсацией сосуда (рис. 7). КСК через клапан легочной артерии аналогична аортальному кровотоку. В большинстве случаев максимальная и средняя линейная скорости кровотока через аортальный клапан выше, чем в стволе легочной артерии. Во второй половине неосложненной беременности ИР кровотока в аорте и легочной артерии плода не претерпевает существенных изменений.

Допплер-эхокардиография является ведущим методом изучения внутрисердечной гемодинамики у плода [5]. Цветовое доплеровское картирование благодаря высокой разрешающей способности позволяет визуализировать и идентифицировать мельчайшие сосуды сердца плода. С помощью импульсного доплера возможно получение КСК в любом участке сердца. Допплер-эхокардиография позволяет определить характер и тяжесть нарушений внутрисердечной гемодинамики. Основными показаниями для проведения доплер-эхокардиографии являются: задержка внутриутробного развития плода, врожденные пороки развития для оценки внутрисердечной гемодинамики, аномальное изображение сердца при двумерной эхографии, расширение камер сердца, нарушения ритма сердца [6]. Регистрация трансмитрального и транстрикуспидального кровотока проводится в 4-камерном сечении сердца. Контрольный объем расположен непосредственно под клапанами в желудочки сердца, ближе к их стенкам. Для получения адекватной спектрограммы кривых скоростей чресклапанного кровотока необходимо добиваться такого сечения, при котором угол между доплеровским лучом и направлением кровотока не превышал бы 30 градусов. Величина контрольного объема при этом находится в пределах 2–3 мм. Положение контрольного объема нужно контролировать в ходе исследования в режиме

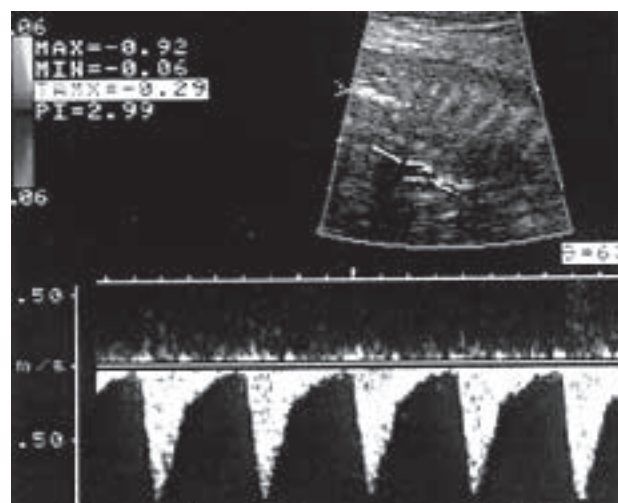


Рис. 7. Доплеровский спектр кровотока получен из нисходящей грудной аорты плода. Регистрируется двухфазный кровоток

реального времени.

Допплер-эхокардиографическое исследование нужно проводить в период апноэ и двигательного покоя плода, чтобы получить более стабильный спектр, избегая при этом влияния поведенческих реакций на состояние внутрисердечного кровотока. Спектрограмма диастолического кровотока через атриовентрикулярные клапаны характеризуется двухфазным пиком. Первый пик (Е) — ранний диастолический — отражает пассивное наполнение желудочков; второй пик (А) — поздний диастолический — соответствует активному сокращению предсердий. Обращает на себя внимание то, что у плода в отличие от детей и взрослых наблюдается преобладание скорости кровотока

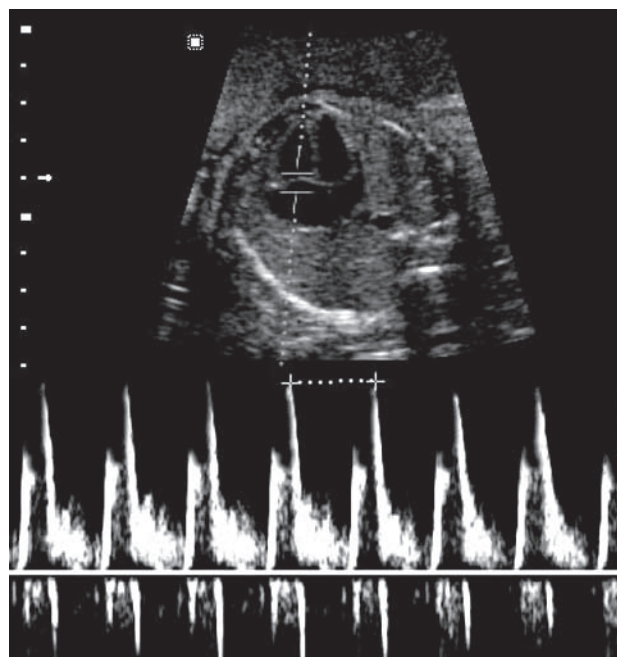


Рис. 8. Допплеровский спектр трансмитрального кровотока у плода в 31 нед беременности. Преобладает поздний диастолический поток. Соотношение E/A 0,67

при активном наполнении желудочков, особенно до середины третьего триместра беременности (рис. 8). Показано функциональное преобладание правых отделов сердца над левыми, особенно в сроки 33–37 нед беременности.

Максимальная скорость кровотока в ранней и поздней диастоле увеличивается по мере прогрессирования беременности, к концу третьего триместра параметры трансмитрального кровотока приближаются к транстрикуспидальному. Средняя линейная скорость транстрикуспидального кровотока, по данным L.D. Allan et al. [7], составляет 13,5 см/с, а для митрального — 12,5 см/с. Величина максимальных скоростей кровотока через атриовентрикулярные клапаны увеличивается прямо пропорционально сроку беременности. Соотношение пиков Е/А в динамике третьего триместра неосложненной беременности постепенно возрастает и приближается к 1,0 ближе

к сроку доношенной беременности преимущественно за счет увеличения кровотока в фазу ранней диастолы. По данным G. Rizzo et al. [8], соотношение пиков Е/А составляет 0,65 для митрального кровотока и 0,62 — для трикуспидального кровотока в начале третьего триместра неосложненной беременности, а в сроке доношенной — 0,95 и 0,90 соответственно.

Таким образом, данные литературы и наши собственные исследования демонстрируют возможности и перспективы использования доплерографии для исследования маточно-плацентарного, плодно-плацентарного и внутрисердечного кровотока. Зная нормативные параметры доплеровского спектра кровотока в различных отделах системы мать–плацента–плод, можно своевременно диагностировать нарушения в различных сроках беременности и тем самым определить тактику ведения женщин при этих нарушениях.

Литература

1. New Doppler technique for assessing uteroplacental blood flow / S. Campbell, J. Dias-Recasens, D.R. Griff et al. // *Lancet*.— 1983.— P. 675–677.
2. Мусаев З.М. Клинико-диагностическое значение исследования маточно-плацентарного и плодно-плацентарного кровотока у беременных с гестозом / Автореф. дис. ... канд. мед. наук.— М., 1989.— 18 с.
3. Cerebral Doppler ultrasound of the fetus / J.A.G.W. van den Wijngaard, I.A.L. Groenenberg, J.W. Wladimiroff et al. // *Brit. J. Obstet. Gynecol.*— 1989.— Vol. 96.— P. 845.
4. Допплерография в акушерстве / Под ред. М.В. Медведева, А. Куряка, Е.В. Юдиной.— М.: Реальное время, 1999.— 243 с.
5. Doppler color flow mapping of the fetal heart / D. Maulik, N.C. Nanda, M.C. Shiung, J.P. Youngblood // *Angiol.*— 1986.— Vol. 37.— P. 628.
6. Медведев М.В., Агеева М.И. Возможности и перспективы доплер-эхокардиографии плода // *Акуш. и гинекол.*— 1991.— № 5.— С. 3–8.
7. Doppler echocardiographic evaluation of the normal human fetal heart / L.D. Allan, S.K. Chita, W. Al-Ghazali et al. // *Brit. Heart. J.*— 1987.— Vol. 57.— P. 528–533.
8. Doppler echocardiographic assessment of atrioventricular velocity waveforms in normal and small for gestational age fetus / G. Rizzo, D. Arduini, C. Romanini, S. Mancuso // *Brit. J. Obstet. Gynecol.*— 1988.— Vol. 95.— P. 65–69.

Поступила 13.04.2005

DOPPLER ULTRASOUND STUDY OF ARTERIAL BLOOD FLOW IN UNCOMPLICATED PREGNANCY

R.Ya. Abdullaev, E.A. Yakovenko, E.N. Babadzhanian

Summary

The capabilities of Doppler ultrasound study in visualization and registration of the blood flow spectrum in the uterine arteries, umbilical artery and median cerebral artery as well as determining intracardiac hemodynamics with the investigation of transmitral, transtricuspid, aortic and pulmonary circulation are shown.