

УДК 616.24:616.1-073.48

РОЛЬ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В ДИАГНОСТИКЕ ЛЕГОЧНОГО СЕРДЦА

Е. С. Енисеева

(Иркутский государственный медицинский университет — ректор, акад. А. А. Майборода,
кафедра госпитальной терапии — зав. профес. Т. П. Сизых)

Резюме. Эхокардиография является одним из методов диагностики легочного сердца, позволяющий получить информацию о гипертрофии и дилатации правого желудочка, его сократительной способности. Легочная гипертензия может быть выявлена с помощью доплер-эхокардиографии. Время ускорения доплерограммы легочного потока коррелирует с давлением в легочной артерии. В настоящее время доплер-эхокардиография является наиболее достоверным неинвазивным методом для диагностики легочной гипертензии.

Эхокардиография в последние годы широко используется для диагностики легочного сердца и легочной гипертензии [8,9,11,13,15]. Эхокардиография позволяет определить толщину передней стенки правого желудочка и выявить его гипертрофию. При сопоставлении толщины передней стенки, измеренной при эхокардиографии, с патологоанатомическими данными отмечена высокая корреляция [7,51]. Толщина передней стенки правого желудочка у здоровых составляет $2,4 \pm 0,5$ мм [60].

Диастолический размер правого желудочка может быть определен как в М-, так и в В-режиме. Увеличение передне-заднего размера правого желудочка является наиболее ранним признаком перегрузки правых отделов объемом или давлением [6]. Отмечается изменение размера правого желудочка в зависимости от положения больного и датчика [30]. Эмфизема ограничивает возможности эхокардиографии [9,12]. При гипертрофии и дилатации правого желудочка его локация облегчается [13]. При обструктивных заболеваниях легких были отмечены достоверные различия диастолического размера правого желудочка, измеренного на вдохе и выдохе, обусловленные дыхательными колебаниями внутригрудного давления [15,25]. В связи с этим авторы рекомендуют рассчитывать средний размер правого желудочка за дыхательный цикл. Некоторые исследователи предла-

гают оценивать размеры правого желудочка, легочной артерии и ее ветвей из субкостального доступа [8,23,55].

Для косвенной оценки легочной гипертензии используется локация легочной артерии. Изменения движения ее задней створки позволяют судить о степени повышения давления в легочной артерии [66]. Локация клапана возможна лишь в 20-40% случаев [6,52]. В связи с трудностью локации этот метод оценки легочной гипертензии не оправдал возлагавшихся на него надежд [11].

Признаком легочной гипертензии является парадоксальное движение межжелудочковой перегородки [46]. С.Л.Зубарева обнаружила такое движение только у больных с относительной трикуспидальной недостаточностью [11]. Это дало основание считать его признаком объемной перегрузки правого желудочка, а не перегрузки давлением. Это мнение не подтверждают Л.К.Пачулия с соавт., которые выявили парадоксальное движение межжелудочковой перегородки у 100% больных с постэмболической легочной гипертензией, тогда как трикуспидальная недостаточность была лишь у 37% [14]. Об изменении конфигурации межжелудочковой перегородки в поперечном сечении из парастернального доступа сообщали другие авторы [29,54,65].

Двухмерная эхокардиография используется для оценки функции правого желудочка. Эта оценка основана на определении объема правого желудочка в систолу и диастолу с помощью компьютера и расчета фракции выброса [19,33,64]. Однако определение объема правого желудочка нередко затруднено из-за сложности визуализации его эндокарда [24,38]. Используется также показатель удельный сократимости [5,18]. Применение эхоконтрастного исследования правых отделов сердца значительно повышает диагностическую ценность метода [18]. Современная ультразвуковая аппаратура позволяет проводить комплексное обследование с использо-

ванием одно-, двухмерной и доплер-эхокардиографии, что дает возможность повысить качество диагностики [1,2,3,10]. Допплер-эхокардиография позволяет качественно и количественно оценить внутрисердечные потоки, сократительную способность правого и левого желудочков независимо от их геометрии [31].

Допплерограмма нормальных потоков через атриовентрикулярные клапаны имеет двухпиковую форму: первый пик Е отражает максимальную скорость раннего наполнения желудочков, второй пик А — максимальную скорость позднего наполнения в фазу систолы предсердий. Исследование скоростей этих потоков обеспечивает неинвазивную диагностику нарушений диастолической функции желудочков [21].

На показатели транстрикуспидального потока оказывает влияние дыхание [61]. Необходима стандартизация измерений по дыхательному циклу [63]. Показатели скоростей транстрикуспидального потока зависят от уровня локации, а при локации на одном уровне не зависят от доступа, из которого производится регистрация потока [22]. Отмечается зависимость скорости раннего наполнения Е и отношения Е/А от возраста. Уменьшение этих показателей в старших возрастных группах связано с увеличением жесткости миокарда [22].

Уменьшение венозного возврата сопровождается снижением скорости раннего наполнения Е и отношения Е/А, а снижение правожелудочковой постнагрузки ведет к увеличению этих показателей [1].

Снижение отношения Е/А отмечалось при гипертрофии правого желудочка у детей со стенозом легочной артерии [63]. На показатели диастолической функции правого желудочка оказывает влияние системная гипертензия [26].

Исследования диастолической функции правого желудочка с помощью доплер-эхокардиографии у пульмонологических больных единичны. В.Е.Перлей с соавт. выявили нарушение диастолической функции правого желудочка у больных с заболеваниями легких и гипертрофией правого желудочка [16]. Они отметили, что дилатация правого желудочка и трикуспидальная недостаточность приводили к «псевдонормализации» доплеровских кривых. Это объясняется повышением давления в правом предсердии, увеличением предсердно-желудочкового градиента и увеличением вследствие этого скорости раннего наполнения правого желудочка.

С помощью доплер-эхокардиографии возможно выявление регургитации. Частота трикуспидальной регургитации у здоровых составляет от 33 до 67% [17,20,34,39]. Частота трикуспидальной регургитации при легочной гипертензии возрастает до 78-89%. По мнению Али Садек Али трикуспидальная регур-

гитация не всегда является критерием легочной гипертензии [2]. Так, она отсутствовала у больного с первичной легочной гипертензией с систолическим давлением в легочной артерии 110 мм.рт.ст. и была выявлена у всех больных с застойной кардиомиопатией независимо от уровня давления в легочной артерии.

Допплерограмма трансмитрального потока имеет форму, сходную с трикуспидальной и более высокие линейные скорости Е и А. Показатели потока зависят от возраста [56]. Диастолическое наполнение левого желудочка зависит от преднагрузки [57,59]. Снижение скорости раннего наполнения и увеличение скорости позднего наполнения левого желудочка отмечается у больных с легочной гипертензией [2]. Степень изменений больше у больных с первичной легочной гипертензией, что связано с более высоким давлением в легочной артерии. Нарушение диастолической функции левого желудочка объясняется увеличением конечного диастолического давления в правом желудочке, смещением межжелудочковой перегородки в сторону левого желудочка, в результате чего увеличивается конечное диастолическое давление в левом желудочке и нарушается наполнение левого желудочка [2].

Таким образом, при легочной гипертензии нарушается диастолическая функция как правого, так и левого желудочка [36].

Допплерограмма потоков через магистральные сосуды (аорту и легочную артерию) является однопиковой. Кривая скорости легочного систолического потока у здоровых имеет куполообразную или треугольную форму [1,4,27,48,49]. Скорость достигает максимума в середине систолы [35,44]. Исследование скорости потока проводится при положении стробируемого объема в выходном тракте правого желудочка [35,37,41], в легочном стволе между створками клапана [2,34] или дистальнее створок [27,44].

Оценка доплерограммы легочного потока предполагает измерение пиковой скорости, ускорения, фазы ускорения, индекса ускорения, определяемого как отношение фазы ускорения к периоду изгнания. При одновременной регистрации ЭКГ и ФКГ определяют период напряжения, фазу изометрического сокращения и фазу асинхронного сокращения правого желудочка [4]. По данным A. Van Oort с соавт., пиковая скорость и ускорение, измеренные в легочной артерии, уменьшаются с возрастом, в то время как эти показатели, измеренные в выходном тракте правого желудочка, не зависят от возраста [62].

Важным показателем, характеризующим легочный кровоток, является фаза ускорения. Она определяется от момента открытия клапана легочной артерии до достижения максимальной скорости. J.P.Panidis с соавт., E.M.Shaffer с соавт. отметили, что фаза ускорения была значительно короче при поло-

жении стробируемого объема в устье легочной артерии и в просвете сосуда дистальнее створок в сравнении с фазой ускорения, измеренной в выходном тракте правого желудочка [50,53]. М.Мatsuda с соавт. не обнаружили достоверных различий между фазой ускорения в устье легочной артерии и в выходном тракте правого желудочка [44]. У здоровых фаза ускорения составляет 159 ± 18 мс [32], 144 ± 16 мс. [35], 157 ± 21 мс. [27], 130 ± 5 мс. [4], по нашим данным она составила $166 \pm 2,5$ мс. Р.Niederle с соавт. считают, что измерение фазы ускорения в выходном тракте правого желудочка более приемлемо, так как начало и конец кривой не сольются с клапанным щелчком открытия и закрытия [48].

Индекс ускорения у здоровых составляет, по данным Али Садек Али, 40,7% [4]. По данным М.Оkamoto с соавт., он составил 46,2% [49].

Особую ценность изучение кровотока в легочной артерии и в выходном тракте правого желудочка представляет в связи с диагностикой легочной гипертензии [2,3,10]. При легочной гипертензии изменяется форма доплерограммы легочного потока. Описывают треугольный тип кривой с ранним пиком [41,49], двухпиковую кривую [27,48], остроугольный тип, отличающийся от треугольного тем, что имеет более заостренную форму и заканчивается до окончания периода изгнания [2]. При легочной гипертензии исчезает нормальная пресистолическая волна на доплеровской кривой [40]. Р.Niederle с соавт. считают двухпиковый тип кривой абсолютным признаком легочной гипертензии [48]. По мнению Али Садек Али такой тип кривой наблюдается у больных с легочной гипертензией, но с удовлетворительной сократительной функцией правого желудочка [2]. М.Оkamoto с соавт. сравнивали среднее давление в легочной артерии и общее легочное сопротивление в группах с треугольным и круглым типами кривых. В первой группе эти показатели оказались достоверно выше, чем во второй [49]. Образование остроугольного типа кривой Али Садек Али связывает со снижением сократительной способности правого желудочка и его неспособностью преодолеть волну обратного систолического потока, что вызывает раннее прекращение систолического поступательного движения крови в этот период [2].

При повышении давления в легочной артерии отмечается укорочение фазы ускорения легочного систолического потока [28,41,45]. Одни авторы выявили высокую корреляцию между средним давлением в легочной артерии и фазой ускорения [27,40,44,58]. Другие же сообщают о лучшей корреляции давления в легочной артерии с индексом ускорения [2,41,43]. Разноречивые данные получены в отношении зависимости фазы ускорения от легочного кровотока. Так,

А.Kitabatake с соавт. обнаружили укорочение фазы ускорения при легочной гипертензии независимо от объемного легочного кровотока [41]. Это подтверждено и Р.Niederle с соавт. [48]. Противоположные данные были получены М.Мatsuda с соавт. [44]. У больных с дефектом межпредсердной перегородки и легочной гипертензией была определена нормальная продолжительность фазы ускорения. Авторы считают, что укорочение фазы ускорения указывает на увеличение давления в легочной артерии с высоким легочным сопротивлением, но нормальная продолжительность фазы ускорения не исключает легочную гипертензию, связанную с гиперволемией. Выделение групп с разными заболеваниями улучшает использование этого показателя.

М.Isobe с соавт. предложили использовать отношение периода напряжения правого желудочка к фазе ускорения для количественной оценки легочной гипертензии [35]. По их мнению этот показатель дает высокую корреляцию и при низком ударном выбросе. Предложены уравнения регрессии:

$$\text{СДЛА} = 51.0 \times \text{ПН/ФУ} - 14.3$$

$$\text{СрДЛА} = 33.5 \times \text{ПН/ФУ} - 10.3$$

$$\text{ДДЛА} = 24.7 \times \text{ПН/ФУ} - 9.1,$$

где СДЛА — систолическое давление в легочной артерии, мм.рт.ст.,

СрДЛА — среднее давление в легочной артерии,

ДДЛА — диастолическое давление в легочной артерии,

ПН — период напряжения правого желудочка, мс.,

ФУ — фаза ускорения кривой скорости легочного систолического потока, мс.

Возможны ложно отрицательные результаты определения легочной гипертензии по длительности фазы ускорения, когда при функциональной недостаточности правого желудочка фаза ускорения может удлиняться, несмотря на повышение давления в легочной артерии [48].

Допплер-эхокардиография позволяет выявлять легочную регургитацию. Турбулентный диастолический поток обнаруживается у 59-96% здоровых [17,20,39]. При легочной гипертензии частота выявления легочной регургитации составляет от 51 до 87%, по данным разных авторов [42,43,47]. Таким образом, обнаружение легочной регургитации не позволяет судить о наличии легочной гипертензии. Необходима оценка формы кривой диастолического потока.

К.Miyatake с соавт. описывали два типа доплеровского сигнала в выходном тракте правого желудочка в диастолу [47]. При среднем давлении в легочной артерии ниже 18 мм.рт.ст. спектр имел треугольную форму, скорость регургитирующего потока начинала снижаться уже в начале диастолы. При среднем давлении в легочной артерии более 25 мм.рт.ст. спектр имел одинаковую амплитуду на протяжении всей диастолы.

литуду по всей диастоле.

Таким образом, эхокардиография является информативным неинвазивным методом диагностики легочного сердца. С помощью эхокардиографии возможно обнаружение гипертрофии и дилатации правого желудочка, оценка его сократительной способности. Допплер-эхокардиография — наиболее достоверный неинвазивный метод определения давления в легочной артерии. Оценка доплерограммы легочного систолического потока, измерение фазы ускорения позволяют выявить легочную гипертензию. Признаком повышения давления в легочной артерии является укорочение фазы ускорения. На измерении временных параметров кривой легочного систолического потока основана количественная оценка давления в легочной артерии с использованием уравнений регрессии. Преимуществом метода является возможность повторных исследований в динамике. Допплер-эхокардиография позволяет оценить диастолическую функцию желудочков сердца. Нарушение диастолической функции правого желудочка является одним из ранних признаков легочного сердца.

ЛИТЕРАТУРА

1. Али Садек Али. Допплер-эхокардиография: возможности качественного и количественного анализа гемодинамики // Бюл.ВКНЦ АМН СССР. — 1986. — Т.9, № 2. — С.116-121.
2. Али Садек Али. Диагностика легочной гипертензии с помощью доплер-эхокардиографии: Дис. ... канд.мед.наук. — М., 1988. — 192 с.
3. Али Садек Али, Сергакова Л.М., Наумов В.Г., Мареев В.Ю. Изменение потока крови в области клапана легочной артерии по данным доплер-эхокардиографии у больных с легочной гипертензией // Кардиология. — 1989. — № 3. — С.67-71.
4. Али Садек Али, Сергакова Л.М., Атьков О.Ю. Нормальные внутрисердечные потоки у лиц среднего возраста по данным доплер-эхокардиографии // Тер.архив. — 1989. — № 9. — С.85-92.
5. Атьков О.Ю., Соболев Ю.С., Рандмаа И.Л. и др. Особенности функции правого предсердия и правого желудочка у больных с сердечной недостаточностью различной этиологии. Данные двухмерной эхокардиографии // Новое в кардиологии / Под ред. Чазова Е.И. — М., 1985. — С.52-57.
6. Беленков Ю.Н., Атьков О.Ю. Эхокардиографические признаки гипертонии малого круга кровообращения // Кардиология. — 1976. — № 10. — С.34-37.
7. Беленков Ю.Н., Рыфф И.М. Сопоставление данных эхокардиографии и морфометрии сердца у здоровых лиц и больных с сердечной недостаточностью разного происхождения // Кардиология. — 1981. — № 3. — С.84-87.
8. Гаврисюк В.К., Ячник А.И. Значение ультразвукового исследования правого желудочка сердца и легочной артерии в диагностике гипертензии малого круга кровообращения // Тер.архив. — 1989. — № 12. — С.43-45.
9. Дундуков Н.Н., Перлей В.Е., Александров А.Л. Ультразвуковое исследование функционального состояния миокарда у больных хроническим обструктивным бронхитом // Новые методы диагностики и реабилитации больных неспецифическими заболеваниями легких. — М.: Барнаул, 1985. — С.84-86.
10. Егурнов Н.И., Перлей В.Е., Дундуков Н.Н. Диагностика легочной гипертензии с помощью метода импульсной доплер-эхокардиографии // Кардиология. — 1987. — № 12. — С.85-86.
11. Зубарева С.Л. Эхокардиографическая характеристика правого желудочка при вторичной гипертензии малого круга кровообращения у больных хроническими неспецифическими заболеваниями легких и митральным стенозом: Дис. ...канд.мед.наук. — М., 1985. — 168 с.
12. Мухарлямов Н.М., Дорофеева З.З., Пушкарь Ю.Т. Пределы возможности некоторых неинвазивных методов исследования в кардиологии // Тер.архив. — 1977. — № 6. — С.6-11.
13. Клиническая ультразвуковая диагностика. Руководство для врачей / Под ред. Н.М. Мухарлямова. — М., 1987. — Т.1. — С.65-68.
14. Пачулия Л.К., Костенко И.Г., Антонова Н.Ю., Шилькрот И.Ю. Эхокардиографическая семиотика хронической пост-эмболической легочной гипертензии // Грудная хирургия. — 1988. — № 6. — С.30-33.
15. Перлей В.Е., Дундуков Н.Н. Особенности эхо-доплер-кардиографического исследования правых отделов сердца у пульмонологических больных // Клиническая медицина. — 1989. — № 6. — С.72-75.
16. Перлей В.Е., Дундуков Н.Н., Рыбкина Т.В. Диастолическая функция правого желудочка у пульмонологических больных по данным импульсной эхо-доплер-кардиографии // Кардиология. — 1992. — № 2. — С.75-78.
17. Полубенцева Е.И., Анохин В.Н. Физиологическая клапанная регургитация у здоровых // I съезд Ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики: Тез.докл. — М., 1991. — С.75.
18. Рандмаа И.Л. Двухмерная контрастная эхокардиография в оценке функционального состояния правых отделов сердца у больных с сердечной недостаточностью: Дис. ...канд.мед.наук. — М., 1985. — 163 с.
19. Соболев Ю.С., Атьков О.Ю., Самко А.Н. и др. Определение объема и фракции выброса правого желудочка при помощи эхокардиографии (сопоставление с ангиографическими данными) // Тер.архив. — 1988. — № 2. — С.101-103.
20. Феданова Н.П., Воронин В.А., Беленков Ю.Н. и др. Минимальная легочная регургитация (по данным импульсной доплер-эхокардиографии) при отсутствии порока клапана легочной артерии // Кардиология. — 1991. — № 8. — С.78-82.
21. Фукс А.Р., Болданов А.Б. Функции правого и левого желудочков сердца по данным дуплексной доплерографии // Актуальные вопросы клинической медицины: Тез. 4 итоговой научной конференции института. — Иркутск, 1988. — С.84-85.
22. Berman G.O., Reichek N., Brownson D. et al. Effects of Sample volume location, Imaging view, Heart rate and Age on Tricuspid velocimetry in normal subjects // Amer.J.Cardiol. — 1990. — Vol.65, № 15. — P.1026-1029.
23. Bertoli L., Mantero A., Alpago R. et al. Value of two-dimensional echocardiography in the identification of pulmonary hypertension in chronic obstructive lung disease // Respiration. — 1989. — Vol.55, № 4. — P.193-201.
24. Bommer W., Weinert L., Neumann A. et al. Determination of right atrial and right ventricular size by two-dimensional echocardiography // Circulation. — 1979. — Vol.60. — P.91-100.
25. Caplin J.L., Flatman W.D., Duke L. et al. Influence of respiratory variations on right ventricular function // Brit. Heart J. — 1989. — Vol.62, № 4. — P.253-259.
26. Chakko S., De Marchena E., Kessler K.M. et al. Right ventricular Diastolic Function in Systemic Hypertension // Amer. J. Cardiol. — 1990. — Vol.65, № 16. — P.1117-1121.

27. Dabestani A., Mahan G., Gardin J.M. et al. Evaluation of Pulmonary Arterial Pressure and Resistance by Pulsed Doppler-echocardiography // *Amer. J. Cardiol.* — 1987. — Vol.59, № 6. — P.662-668.
28. Eysmann S.B., Palevsky H.J., Reichek N. et al. Two-dimensional and Doppler echocardiographic and cardiac catheterization correlates of survival in primary pulmonary hypertension // *Circulation.* — 1989. — Vol.80, № 2. — P.353-360.
29. Fenelly M., Gavaghan T. Paradoxical and pseudoparadoxical interventricular septal motion in patients with right ventricular volume overload // *Circulation.* — 1986. — Vol.74, № 2. — P.230-238.
30. Feigenbaum H. *Echocardiography.* — 2nd ed. — Philadelphia: Lea-Febiger, 1976.
31. Feigenbaum H., Henry W.L., Pearlman A.S., Popp R.L. Introduction: Echocardiographic evaluation of ventricular function: an overview // *Amer. J. Cardiol.* — 1982. — Vol.49, № 5. — P.1311-1312.
32. Gardin J.M., Burn C.S., Childs W.J., Henry W.L. Evaluation of blood flow velocity in the ascending aorta and main pulmonary artery of normal subjects by Doppler-echocardiography // *Amer. Heart. J.* — 1984. — Vol.107, № 2. — P.310-319.
33. Gibson T., Miller S., Aretz T. et al. Method for estimating right ventricular volume by planes applicable to cross-sectional echocardiography. Correlation with angiographic formulas // *Am. J. Cardiol.* — 1985. — Vol.55, № 13. — P.1584-1588.
34. Hatle L., Angelsen B.A. *Doppler ultrasound in cardiology.* — 2nd ed. — Philadelphia: Lea and Febiger, 1985.
35. Isobe M., Jazaki J., Takaku F. et al. Prediction of pulmonary arterial pressure in adults by pulsed Doppler-echocardiography // *Amer. J. Cardiol.* — 1986. — Vol.57, № 4. — P.316-321.
36. Ito M., Fuhino T., Kurata F., Kanaja Sh. Isometric contraction and relaxation times of right and left ventricles in normal subjects and in patients with right ventricular overloading measured with bidirectional echocardiography // *Jap. Heart. J.* — 1978. — Vol.19, № 2. — P.193-203.
37. Itoh K. Main systolic blood flow patterns in the left and right ventricular outflow tracts determined by Doppler-echocardiography // *Angiology.* — 1985. — Vol.36, № 3. — P.143-153.
38. Kaul S., Tei C., Hopkins J.M., Shah P.M. Assessment of right ventricular function using two-dimensional echocardiography // *Amer. Heart. J.* — 1984. — Vol.107. — P.526-531.
39. Kostucki W., Vandenbossche J., Friart A., Engler M. Pulsed Doppler regurgitant flow patterns of normal valves // *Amer. J. Cardiol.* — 1986. — Vol.58, № 3. — P.309-313.
40. Kosturakis D., Goldverg S., Allen H.D., Loeber C. Doppler echocardiographic prediction of pulmonary arterial hypertension in congenital heart disease // *Amer. J. Cardiol.* — 1984. — Vol.53, № 8. — P.1110-1115.
41. Kitabatake A., Inoue M., Asao M. et al. Noninvasive evaluation of pulmonary hypertension by a pulsed Doppler technique // *Circulation.* — 1983. — Vol.68. — P.302-309.
42. Krayenbuhl H.P., Jenni R. The impact of ultrasound Doppler studies on clinical cardiology. A critical appraisal // *Europ. Heart. J.* — 1985. — Vol.6, № 2. — P.96-104.
43. Krzeminska-Pakula M. Doppler-echocardiographic in the estimation of systolic, diastolic and mean pulmonary arterial pressure // *Acta cardiol.* — 1988. — Vol.43, № 3. — P.329-335.
44. Matsuda M., Sekiguchi T., Sugishita J. et al. Reliability of non-invasive estimates of pulmonary hypertension by pulsed Doppler-echocardiography // *Brit. Heart J.* — 1986. — Vol.56, № 2. — P.158-164.
45. Marchandise B., De Bruyne B., Delaunois L. et al. Noninvasive prediction of pulmonary hypertension in chronic obstructive pulmonary disease by Doppler-echocardiography // *Chest.* — 1987. — Vol.91. — P.361-365.
46. Meyer R., Schwartz D.G., Benzing G. et al. Ventricular septum in right ventricular volume overload: an echocardiographic study // *Amer. J. Cardiol.* — 1972. — Vol.30. — P.349-353.
47. Miyatake K., Okamoto M., Kinoshita N. et al. Pulmonary regurgitation studied with the ultrasonic pulsed Doppler technique // *Circulation.* — 1982. — Vol.65, № 5. — P.969-976.
48. Niederle P., Starek A., Jezek V., Hes J. Допплеровская эхокардиография в диагностике легочной гипертензии // *Cor. et vasa.* — 1988. — Vol.30, № 4. — P.272-280.
49. Okamoto M., Miyatake K., Kinoshita N. et al. Analysis of blood flow in pulmonary hypertension with pulsed Doppler // *Brit. Heart J.* — 1984. — Vol.1, № 4. — P.407-415.
50. Panidis J.P., Ross J., Mintz G.S. Effect of sampling site on assessment of pulmonary artery blood flow by Doppler echocardiography // *Amer. J. Cardiol.* — 1986. — Vol.58. — P.1145-1147.
51. Prakash R. Echocardiographic diagnosis of right ventricular hypertrophy. Correlation with ECG and necropsy findings in 248 patients // *Catheter. and cardiovascular Diagnosis.* — 1981. — Vol.7. — P.179-184.
52. Sakamoto T., Matsuhisa M., Hayashi N. et al. Echocardiogram of the pulmonary valve // *Jap. Heart J.* — 1974. — Vol.15, № 4. — P.360-373.
53. Shaffer E.M., Snider A.R., Serwer G.A. et al. Effect of sample site on Doppler derived right ventricular systolic time intervals // *Amer. J. Cardiol.* — 1990. — Vol.65, № 13. — P.950-952.
54. Shimada R., Takeshita A., Nakamuro M. Noninvasive assessment of right ventricular systolic pressure in atrial septal defect: analysis of the end systolic configuration of the ventricular septum by two-dimensional echocardiography // *Amer. J. Cardiol.* — 1984. — Vol.53, № 8. — P.1117-1123.
55. Silove E.D., De Glovauni J.V., Shiu M.F. et al. Diagnosis of right ventricular outflow obstruction in infants by cross sectional echocardiography // *Brit. Heart J.* — 1983. — Vol.50, № 5. — P.416-420.
56. Spirito P., Maron B.J., Verter J. et al. Reproducibility of Doppler echocardiographic measurement of left ventricular diastolic function // *Europ. Heart J.* — 1988. — Vol.9, № 8. — P.879-887.
57. Stoddard M.F., Pearson A.C., Kern M.J. et al. Influence of alteration in preload on the pattern of left ventricular diastolic filling as assessed by Doppler echocardiography in humans // *Circulation.* — 1989. — Vol.79. — P.1226-1235.
58. Torbicki A., Skwarski K., Hawrylkiewicz J. et al. Attempts at measuring pulmonary arterial pressure by means of Doppler echocardiography in patients with chronic lung disease // *Europ. Resp. J.* — 1989. — Vol.2, № 9. — P.856-860.
59. Triulzi M.O., Castani D., Ornaghi M., Vitolo E. Effects of preload reduction on mitral flow velocity pattern in normal subject // *Amer. J. Cardiol.* — 1990. — Vol.66, № 12. — P.995-1001.
60. Tsuda T., Sanagama T., Kanai N. Echocardiographic measurement of right ventricular wall thickness in adults by anterior approach // *Brit. Heart J.* — 1980. — Vol.44. — P.55-61.
61. Uiterwaal G., Van Dam J., De Boo Th. et al. The effect of respiration on diastolic blood flow velocities in the human heart // *Europ. Heart. J.* — 1989. — Vol.10, № 2. — P.108-113.
62. Van Oort A., De Knecht S., Van Dam J. et al. Reference values of pulsed Doppler signals from the blood flow velocity on both sides of the pulmonary valve // *Europ. Heart J.* — 1988. — Vol.9, № 4. — P.388-395.
63. Vermilion R.P., Snider A.R., Meliones J.N. et al. Pulsed Doppler evaluation of right ventricular diastolic filling in children with pulmonary valve

stenosis before and after ballon valvuloplasty // Amer. J. Cardiol. — 1990. — Vol.66, № 1. — P.79-84.

64. Vitolo E., Castini D., Colombo A. et al. Two-dimensional echo evaluation of right ventricular ejection fraction: Comparison between three different method // Acta Cardiol. — 1988. — Vol.43, № 4. — P.469-481.
65. Watanabe K. Evaluation of right ventricular pressure by two-dimensional echocardiography // Jap. Heart J. — 1984. — Vol.25, № 4. — P.523-531.
66. Weyman A., Dillon J., Feigenbaum H., Chang S. Echocardiographic patterns of pulmonic valve motion wight pulmonary hypertension // Circulation. — 1974. — Vol.50. — P.905-910.

THE ROLE OF THE ULTRASOUND INVESTIGATION FOR DIAGNOSIS OF COR PULMONALE

E. S. Eniseeva

The Echocardiography is important method for diagnosis of cor pulmonale, informing about the right ventricular hypertrophy, enlargement and contractility. The pulmonary hypertension can be revealed by the Doppler echocardiography. The acceleration time of the Doppler signal in the right ventricular outflow tract correlates with pressure in the pulmonary artery. An present, Doppler echocardiography is the most exact noninvasive method for detection pulmonary hypertension.

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 616.34-053.3/.7-089:616.1

ХИРУРГИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ КИШЕЧНОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ У ДЕТЕЙ

В. В. Подкаменев, Е. В. Шевченко

(Иркутский государственный медицинский университет — ректор акад. А. А. Майборода, кафедра детской хирургии — зав. профес. В. В. Подкаменев, кафедра медицинской биофизики — д. ф. н. Е. В. Шевченко)

Резюме. На основании анатомо-экспериментальных исследований и физических законов гидродинамики установлено новое свойство кишечного кровообращения, заключающееся в увеличении объемного кровотока в отдельном сосудистом звене при перевязке межаркадных анастомозов, и доказана возможность его регулирования с целью улучшения кровоснабжения органа.

В хирургии кишечника у детей до настоящего времени остается неизученным вопрос о возможности регулирования кишечного кровообращения. Практическая значимость разработки методик улучшения кровоснабжения кишечника чрезвычайно важна, так как в основе ряда его хирургических заболеваний и причин послеоперационных осложнений лежат интраорганные гемоциркуляторные нарушения.

Методы и материалы

Разработанный метод улучшения кровоснабжения различных отделов кишечника у детей основан на анатомо-физиологических особенностях его кровообращения, физических законах гидродинамики и апробирован в условиях эксперимента.

Изучение анатомо-физиологических особенностей кровообращения кишечника выполнено в анатомическом эксперименте. Экстраорганную сосудистую сеть кишечника заполняли тушь-желатиновой смесью под давлением, равным 70 мм.рт.ст., которое контролировали ртутным манометром, соединенным через систему трубок со шприцом. Осуществляли селективную катетеризацию основных артериальных стволов верхней и ниж-

ней брыжеечных артерий. В различных сериях экспериментов краситель вводили в подвздошно-ободочную, правую, среднюю и левую ободочные артерии. Это позволяло косвенно судить об участии каждой из артерий в кровоснабжении различных отделов кишечника.

Для теоретического обоснования возможности регулирования кишечного кровообращения использовали физические законы гидродинамики: уравнение Бернулли и Пуазейля. Уравнение Бернулли является основным уравнением гидродинамики, которое выражает закон сохранения энергии для движущейся жидкости или несущего в гидродинамике название закона неразрывности [9]. Уравнение Пуазейля рассматривает зависимость объемного тока жидкости от градиента давления, радиуса, длины трубки и вязкости жидкости и записывается:

$$Q = \frac{\pi r^4 (P_1 - P_2)}{8 \eta l},$$

где коэффициент $\frac{8 \eta l}{\pi r^4}$, называют гидравлическим сопротивлением сосуда и обозначают X [7].

Экспериментальная апробация метода улучшения кровоснабжения кишечника выполнена на 8 кроликах породы шиншилла.

Результаты и обсуждение

Кровоснабжение кишечника у детей принципиально не отличается от кровоснабжения у взрослых, описанного в классических анатомических трудах [6,5,2]. Исследования по-