

Beitr. Orthop. Traum.— 1978.— Bd. 4.— S. 190—194.— 56. Mayer von G., Zienert B.//Ibid.— 1984.— Bd. 31.— S. 407—409.— 57. Monticelli G.//Clin. Orthop.— 1976.— Vol. 119.— P. 48—53.— 58. Nuga W.//Z. Orthop.— 1972.— Bd. 110.— S. 170—181.— 59. Palme E.//Beitr. Orthop. Traum.— 1977.— Vol. 9.— P. 501—508.— 60. Paterson D. C.//Clin. Orthop.— 1974.— Vol. 98.— P. 198—209.— 61. Pemberton P. A.//J. Bone Jt. Surg.— 1958.— Vol. 40-A.— P. 724—725.— 62. Rybka V., Stryhal F.//Acta chir. orthop. traum. cech.— 1975.— Vol. 42.— P. 419—424.— 63. Salter R. B.//J. Bone Jt. Surg.— 1961.— Vol. 43.— P. 518—539.— 64. Salzer M., Zuckriegel H.//Z. Orthop.— 1967.— Bd. 104.— S. 409—418.— 65. Serafimov L.//Clin. Orthop.— 1974.— Vol. 98.— P. 39—40.— 66. Staheli L. T.//In: Congenital dislocation of the hip.— New-York, Churchill, 1982.— 67. Thomas G.//G. Thieme Verlag.— Stuttgart, 1965.— 68. Tönns D.//Z. Orthop.— 1977.— Bd. 115.— S. 726—737.— 69. Tonnis D., Behrens K., Tscharni F.//Ibid.— 1982.— Vol. 119.— P. 253—265.— 70. Touzet Ph., Riggault P., Mallet J. F., Padovani J. P.//Ann. Chir.— 1983.— Vol. 37.— P. 660—669.— 71. Weickert H.//Beitr. Orthop. Traum.— 1974.— Bd. 6.— S. 363—365.

Поступила 03.12.85.

УДК 616.12—007.2—053.1—073.432.19:612.13

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ С ПОМОЩЬЮ ДОПЛЕРЭХОКАРДИОГРАФИИ

Н. В. Вдовина, Е. Ф. Лукушкина, Е. А. Ефимова, Б. Н. Орлов,
Э. И. Романов

Кафедра факультетской педиатрии (зав.— проф. Е. А. Ефимова), кафедра госпитальной хирургии (зав.— акад. АМН СССР, проф. Б. А. Королев) Горьковского медицинского института имени С. М. Кирова, кафедра физиологии человека и животных (зав.— проф. Б. Н. Орлов) Горьковского университета имени Н. И. Лобачевского

Доплерэхокардиография (ультразвуковая импульсно-доплеровская локация) применяется в медицинской практике у нас в стране и за рубежом главным образом для диагностики различных пороков сердца. С помощью этого метода можно неинвазивно исследовать кровоток в камерах сердца, устье магистральных сосудов, обнаруживать изменения гемодинамики и точно диагностировать пороки сердца, в том числе и сочетанные [1, 2, 4, 5]. Применение доплерэхокардиографии в клинической практике показало, что ее информативность увеличивается при количественной оценке доплеровских частот, сравнении изменения их спектра во времени. Так, Дьеболд и др. [8] выделили в зависимости от степени стеноза 4 типа кривых, характеризующих кровоток через митральный клапан, и 3 вида спектрограмм для кровотока через трикуспидальный клапан [9]. Оценка степени стеноза по предложенной ими методике находится в хорошем соответствии с данными катетеризации сердца (для трикуспидального клапана коэффициент корреляции равен 0,84). Тайлер и др. [38] также предложили оценивать степень митрального стеноза по виду спектра доплеровских частот, зарегистрированных при исследовании кровотока через митральный клапан.

По спектрограмме доплеровских частот можно выявить легочную гипертензию у пациентов с недостаточностью клапанов легочной артерии. В этом случае значение верхней границы спектра находится на одном уровне в течение всей диастолы. При отсутствии легочной гипертензии верхняя граница спектра к концу диастолы снижается [31].

Показана перспективность применения в клинической практике количественной оценки верхней границы спектра доплеровских частот и определения значения радиальной, то есть направленной вдоль ультразвукового луча, составляющей максимальной линейной скорости потока. С помощью такой оценки можно дифференцировать различные пороки сердца у детей, органические и функциональные шумы сердца [3].

С начала 80-х годов разрабатывается новое направление использования доплерэхокардиографии в кардиологии, в частности для количественных оценок основных параметров центральной гемодинамики: ударного и минутного объема кровообращения, объемного кровотока через все клапаны сердца, градиента давления в устье магистральных сосудов и вблизи клапанов сердца. Разрабатываются методики определения величины сброса при септальных дефектах, регургитации при недостаточности клапанов сердца, степени стеноза клапанов и устья магистральных сосудов. Усовершенствование аппаратуры (двухмерное изображение структур сердца, многостробиные системы для исследования кровотока) и методов исследования дает возможность проводить количественные оценки с помощью доплерэхокардиографии с точностью, приближающейся к точности результатов измерений, полученных при инвазионном исследовании сердца.

Возможность оценивать ударный и минутный объем кровообращения при ультразвуковой локацией кровотока в аорте была показана с помощью систем непрерывного излучения ультразвука. В последние годы также используются импульсные ультразвуковые детекторы [28, 36], что позволяет измерять кровоток не только через аортальный, но и другие клапаны сердца: митральный [40], трикуспидальный [41], клапан легочной артерии [27, 36].

Фишер и др. [10] в экспериментах на животных определяли ударный объем кровообращения (VO) по формуле 1.

$$VO = \frac{V \cdot S_a (R - R)}{\cos \theta}, \quad (1)$$

где $R - R$ — продолжительность кардиоцикла, S_a — площадь поперечного сечения аорты, θ — угол между направлением потока и ультразвукового луча, V — средняя скорость, определенная с помощью доплерэхокардиографии.

Выяснено, что величина стробруемого объема не влияет на величину ударного объема кровообращения. Значения минутного объема, выявленные с помощью доплерэхокардиографии и при использовании электромагнитного флоуметра, тесно коррелируют ($r = 0,98 - 0,99$).

Ханстман и др. [17] предложили оценивать ударный объем кровообращения по формуле 2.

$$VO = S_a \cdot \int V(t) dt, \quad (2)$$

где V — скорость в аорте в систолу.

Установлена высокая взаимосвязь величин ударного объема, измеренных этим способом, и при использовании метода терморазведений ($r = 0,94$). Показано, что угол θ (формула 1) можно считать равным нулю, так как при исследовании кровотока в аорте этот угол чаще всего меньше 20° , то есть введение его в формулу 2 незначительно изменяет величину ударного объема кровообращения.

Возможность количественной оценки минутного и ударного объемов, производимой с помощью доплерэхокардиографии, расширяет область применения этого метода в кардиологии. Его достоинством является возможность определять ударный объем в нескольких последовательных кардиоциклах.

Допплерэхокардиографию можно также использовать в мониторинговых системах наблюдения за ударным и минутным объемом у пациентов со стимуляторами ритма сердца [15, 37]. Причем данный метод контроля за ударным объемом применяется в системах автоматического подбора оптимального режима работы искусственных пейсмейкеров сердца [15].

Перспективной она может оказаться и для определения параметров центральной гемодинамики у больных с инфарктом миокарда и предынфарктным состоянием, поскольку позволяет своевременно выявлять критическое состояние [17], при кардиомиопатии в детском возрасте [11] и для оценки тяжести состояния у больных со стенозом каротидных артерий [14].

Эффективен указанный метод для контроля влияния различных вазодилататоров у больных с легочной гипертензией [7].

В экспериментах на животных и при обследовании пациентов с септалными дефектами показана возможность использования доплерэхокардиографии для расчета Q_p/Q_s и величины сброса при септалных дефектах [18, 23, 34]. Кровоток в магистральных сосудах измеряли по произведению интеграла скорости потока в систолу в аорте (для Q_s) и легочной артерии (Q_p) на площадь поперечного сечения соответствующего сосуда. По Q_p/Q_s оценивали величину сброса при септалных дефектах. Китабатаке и соавт. обнаружили, что при дефекте межпредсердной перегородки вычисленное таким образом Q_p/Q_s тесно коррелировало с этим показателем, полученным при катетеризации сердца. Предложено с помощью доплерэхокардиографии находить отношение легочного сопротивления к системному (R_p/R_s) [23].

Моделируя септалные пороки на животных и обследуя больных с данными пороками сердца, ряд авторов [30, 40, 42] пришли к выводу о возможности применения в клинической практике оценки Q_p/Q_s с помощью доплерэхокардиографии.

Кавабори и др. [19] показали перспективность использования доплерэхокардиографии для выявления реканализации и оценки величины сброса у пациентов, оперированных по поводу дефекта межжелудочковой перегородки.

Предложено оценивать градиент давления в магистральных сосудах вблизи клапанов сердца по упрощенному уравнению Бернулли — формула 3 [16, 26, 33].

$$\Delta P = 4V_{\max}^2, \quad (3)$$

где V_{\max} — максимальная линейная скорость, найденная с помощью доплерэхокардиографии.

Сахн и др. [33] в экспериментах на животных и при обследовании детей со стенозом легочной артерии и аорты обнаружили тесную корреляцию значений ΔP в магистральных сосудах, определенного при катетеризации сердца и методом доплерэхокардиографии ($r = 0,88$).

Кван и др. [24] применяли формулу 3 для оценки градиента давления вблизи протезированных клапанов сердца.

Таким образом, все исследователи считают, что метод оценки градиента давления с помощью доплерэхокардиографии достаточно точен и может применяться в клинической практике.

Китабатаке и др. [20, 21] предложили использовать для оценки легочной гипертензии индексы, вычисленные по данным доплерэхокардиографии: ускорение потока (отношение максимальной скорости ко времени изгнания крови) и время ускоренного кровотока (время, за которое скорость кровотока достигает наибольшего значения). Рекомендованы уравнения регрессии для расчета среднего давления в легочной артерии по этим индексам. По данным Махан и др. [29], тесная корреляция имеется также между временем ускоренного кровотока, его отношением ко времени изгнания крови, определенными по спектро-

граммам доплеровских частот, и средним давлением в легочной артерии ($\gamma = 0,86-0,87$).

Левис и др. [25] показали возможность с помощью доплерэхокардиографии оценивать выраженность митральной или аортальной недостаточности по разности объемов кровотока, измеренных через аортальный и митральный клапаны.

Голдберг и др. [12] предложили количественно оценивать недостаточность полулунных клапанов измерением прямого и обратного потока в крупных сосудах. По их разности они определили «чистый» поток. Обнаружено, что он был равен потоку в той части сердца, где клапаны сердца функционировали нормально.

Вейрат и др. [43] измеряли регургитацию при недостаточности аортального клапана по отношению площадей регургитации и поверхности тела или просвета аорты. Площадь регургитации находили, «картируя» просвет аорты, то есть последовательно перемещая строблируемый объем. Определенные по этой методике индексы хорошо коррелировали с аортографическими оценками по 3-балльной шкале.

Тоуч и др. [39] оценивали недостаточность аортального клапана по произведению отношений площади поперечного сечения аорты в диастолу к ее площади в систолу и интегралу скорости потока в диастолу к интегралу скорости потока в систолу. Полученные результаты тесно коррелировали с данными терморазведения ($\gamma = 0,94$).

Готднер и др. [13] предлагают оценивать недостаточность трикуспидального клапана по 4-балльной шкале, подсчитывая интеграл скорости потока в правом предсердии. Для нахождения размера фракции регургитации при этом пороке Миятаке и др. [32] рекомендуют методику, основанную на «картировании» правого предсердия и определении наибольшего расстояния, на котором обнаруживается струя регургитации.

Китабатаке и др. [22] для оценки степени регургитации через клапаны сердца использовали доплеровские системы, которые обеспечивают 2-мерное изображение структур сердца и цветокодированную информацию о кровотоке. В этом приборе регистрировали доплеровские частоты из 9 последовательно расположенных строблируемых объемов. При обработке частот на микрокомпьютере подсчитывали индекс турбулентности и информацию о его величине в цветокодированном виде отображали на эхокардиограмме, то есть осуществляли визуализацию регургитации и ее количественную оценку. Получено хорошее соответствие с данными ангиокардиографии (для митрального клапана $\gamma = 0,82$, для аортального — $0,88$).

Обзор данных литературы свидетельствует о возможности и перспективности применения доплерэхокардиографии для количественных оценок основных параметров центральной гемодинамики. Применение этого метода в клинической практике и научных исследованиях дает возможность безопасно, не влияя на деятельность сердца и кровотоков в нем, изучать и количественно оценивать состояние гемодинамики у здоровых и у лиц с заболеваниями сердечно-сосудистой системы, а также определять эффективность терапевтических воздействий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бобков В. В., Данильченко Т. А., Прелатов В. А., Кузнецова Л. М. // Кардиология.— 1983.— № 7.— С. 78—82.— 2. Горячева Н. В., Лукушкина Е. Ф., Романов Э. И. // В кн.: Клинические вопросы хирургии.— Горький, 1979.— 3. Горячева Н. В., Ефимова Е. А., Лукушкина Е. Ф. и др. // Кардиология.— 1983.— № 3.— С. 80.— 4. Константинов Б. А., Бобков В. В., Зарецкий В. В. и др. // Тер. арх.— 1982.— № 5.— С. 134—137.— 5. Лукушкина Е. Ф., Романов Э. И., Вдовина Н. В. // В кн.: Ультразвуковая диагностика.— Горький, 1983.— 6. Colocousis J. S., Huntsman L. L., Gurrery W. // Circulation.— 1977.— Vol. 56.— P. 914—917.— 7. Debestani A., Mahan G., Johnston W. et al. // Ibid.— 1983.— Vol. 68.— Suppl. III.— P. 111—134.— 8. Diebold B., Peronneau P., Theroux P. et al. // VII entretiens de cardiologie de langue francaise— Marseille.— 1978.— P. 281—288.— 9. Diebold B., Touati R., Blachard D. et al. // Circulation.— 1983.— Vol. 68.— P. 11.— Suppl. III.— P. 111—230.— 10. Fisher D. C., Sahn D. J., Friedman M. J. et al. // Ibid.— 1983.— Vol. 67.— P. 370—376.— 11. Fridman D., Bierman F. Z. // Ibid.— 1983.— Vol. 68.— Suppl. III.— P. 111—268.— 12. Goldberg S. J., Allen H. D. // Ibid.— P. 111—260.— 13. Goldtner J. S., Gay J. A., Wish M. H. et al. // Ibid.— P. 111—366.— 14. Greene E. R., Eldridg M. W., Miranda F. W. et al. // Ibid.— P. 111—170.— 15. Halperin J. L., Rotkhanf E. B., Ster E. H. et al. // Ibid.— P. 111—379.— 16. Hatle L. // Ibid.— 1981.— Vol. 64.— P. 381—387.— 17. Huntsman L. L., Stewart D. K., Barnes S. R. et al. // Ibid.— 1983.— Vol. 67.— P. 593—602.— 18. Ito H., Kitabatake A., Asao M. et al. // Ibid.— 1983.— Vol. 68.— Suppl. III.— P. 111.— 19. Kawabory I., Stamna S., Bailey W. et al. // Ibid.— P. 111—213.— 20. Kitabatake A., Inoue M., Asao M. et al. // Ibid.— P. 302—309.— 21. Kitabatake A., Masuyama T., Asao M. et al. // Ibid.— P. 111—332.— 22. Kitabatake A., Masuyama T., Asao M. et al. // Ibid.— P. 111—367.— 23. Kitabatake A., Inoue M., Asao M. et al. // Ibid.— 1984.— Vol. 69.— P. 73—79.— 24. Kwan O. Z., Handshoe Sh., Smith M., De Maria A. // Ibid.— 1983.— Vol. 68.— Suppl. III.— P. 111.— 25. Lewis J., Kio L., Nelson J. et al. // Ibid.— P. 111—229.— 26. Lima C. O., Sahn D. J., Valdes-Cruz Z. M. et al. // Ibid.— P. 348—354.— 27. Loeber C. P., Goldberg S. J., Allen H. D. // Ibid.— P. 111—276.— 28. Magnin P. A., Stewart J. A., Myers S., Ramm O. // Ibid.— 1981.— Vol. 68.— P. 388—398.— 29. Mahan G., Dabestani A., Gardin J. et al. // Ibid.— 1983.— Vol. 68.— P. 111—367.— 30. Meijboon E. J., Valdes-Cruz L. M., Horowitz S. et al. // Ibid.— P. 437—445.— 31. Miyatake K., Okamoto M., Kinoshita N. et al. // Ibid.— 1982.— Vol. 65.— P. 969—976.— 32. Miyatake K., Okamoto M., Kinoshita N. et al. // Ibid.— 1982.— Vol. 66.— P. 777—784.— 33. Sahn D. J., Valdes-Cruz L. M., Scagnelli S. et al. // Ibid.— 1983.—

Vol. 68.— P. 111—228.— 34. Sanders S. P., Yeager S., Williams R. G. Am. J. Gardiol.— 1983.— Vol. 51.— P. 952—956.— 35. Stewart W. J., Pandian N. G., Jiang L. et al. Circulation.— 1983.— Vol. 68.— Suppl. III.— P. 111.— 36. Stengart R. M., Meller J. Barovick J. et al.//Ibid.— 1980.— Vol. 62.— P. 542.— 37. Stewart W. J., DiCola V. C., Steinhaus D. et al.//Ibid.— 1983.— Vol. 68.— Suppl. III.— P. 111—241.— 38. Thuiller Ch., Theroux P., Bourassa M. G. et al.//Ibid.— 1980.— Vol. 60.— P. 381—388.— 39. Touche T., Nitenberg A., Laffay N. et al.//Ibid.— 1983.— Vol. 68.— Suppl. III.— P. 111—229.— 40. Valdes-Cruz L. M., Horowitz S., Sahn D. J. et al.//Ibid.— P. 111—230.— 41. Valdes-Cruz L. M., Meijboon E., Sahn D. J. et al.//Ibid.— P. 111—331.— 42. Valdes-Cruz L. M., Horowitz S., Mesel E. et al.//Ibid.— 1984.— Vol. 69.— P. 80—86.— 43. Veyrat C., Lessona A., Abitbol G. et al.//Ibid.— 1983.— Vol. 68.— P. 998—1005.

Поступила 01.07.85.

ОБМЕН ОПЫТОМ И АННОТАЦИИ

УДК 612.017.1:616—053.2—022.361

А. М. Потемкина, Н. Г. Дружинина, Т. В. Клыкова, Р. М. Билялова (Казань). Возрастные особенности иммунологической реактивности у здоровых детей

У 90 здоровых детей в возрасте от 8 мес до 15 лет (до 3 лет — 25, от 3 до 7 — 22, от 7 до 11 — 23 и от 11 до 15 — 20) проведено комплексное изучение показателей клеточного и гуморального иммунитета.

Показатели клеточного и гуморального иммунитета у здоровых детей в возрастном аспекте

Показатели	Число наблюдений	Возрастные группы, лет				Всего
		1-я (до 3)	2-я (от 4 до 6)	3-я (от 7 до 10)	4-я (от 11 до 15)	
Т-лимфоциты, % · 10 ⁹ в 1 л	п	13 63,23±3,63 2,65±0,12	10 70,80±5,09 2,05±0,19	10 69,80±3,57 1,58±0,20	9 66,44±5,24 1,38±0,19	42 67,28±1,94 1,98±0,09
В-лимфоциты, % · 10 ⁹ в 1 л	п	13 19,31±1,47 0,97±0,09	10 20,40±1,41 0,58±0,04	10 21,50±1,73 0,48±0,09	9 24,33±2,38 0,54±0,15	42 21,47±0,79 0,67±0,05
0-лимфоциты, % · 10 ⁹ в 1 л	п	13 14,62±3,89 0,75±0,22	10 10,50±4,33 0,32±0,14	10 10,55±3,25 0,23±0,07	9 11,21±3,43 0,21±0,04	42 11,92±1,61 0,41±0,09
Реакция бласттрансформации лимфоцитов, % на ФГА, спонтанная	п	14 52,57±2,96 4,25±0,57	11 57,00±3,30 1,31±0,40	13 56,00±3,38 1,15±0,43	10 58,70±3,93 0,82±0,11	48 55,75±1,21 2,34±0,37
Иммуноглобулины, мкмоль/л	п	23	19	22	15	79
А		6,6±0,6	6,7±0,2	8,0±0,4	9,1±0,6	7,3±0,2
М		0,82±0,05	0,83±0,06	1,19±0,06	1,23±0,10	0,98±0,03
G		73,6±4,1	72,0±2,5	89,6±7,1	90,2±10,7	79,9±2,4
Е, Е/л	п	9 46,0±12,9	5 48,3±17,9	6 71,2±18,3	5 69,0±28,3	25 60,7±8,1

Из таблицы видно, что относительное количество Т-, В- и 0-Лф лишено возрастных различий ($P < 0,05$), хотя число В-Лф склонно с возрастом к увеличению, а число 0-Лф несколько выше у детей до трех лет. В то же время абсолютное количество Т-, В- и 0-Лф, максимальное у детей в первые годы жизни, характеризуется в последующие возрастные периоды нисходящей динамикой с достоверным различием между показателями Т-Лф в 1 и 2-й ($P < 0,01$), а также во 2 и 4-й ($P < 0,05$) группах; В-Лф — в 1 и 4-й ($P < 0,05$) и 0-Лф — в 1 и 3-й ($P < 0,05$) группах.

Реакция бласттрансформации лимфоцитов под воздействием ФГА не имела существенных возрастных различий ($P > 0,05$). В то же время спонтанный бластогенез был наиболее высоким у детей первых трех лет жизни, снижаясь в последующие возрастные