

ОСОБЕННОСТИ СЕГМЕНТАРНОЙ ДИАСТОЛИЧЕСКОЙ ДИСФУНКЦИИ И СТРУКТУРНО-ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ПЕРЕСТРОЙКИ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА У ДЕТЕЙ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 1-го ТИПА

УДК 616.379—008.64+616.124.2

Поступила 26.06.2009 г.



Л.В. Казакова, д.м.н., зав. отделением ультразвуковой диагностики¹;
Е.И. Карпович, д.м.н., зав. отделением нейрофизиологии²;
Е.Ф. Лукушкина, д.м.н., зав. кафедрой факультетской и поликлинической педиатрии³;
Л.Г. Стронгин, д.м.н., профессор, зав. кафедрой терапии ФОИС³;
А.Ю. Лукушкина, ассистент кафедры терапии ФОИС³

¹ Приволжский окружной медицинский центр Росздрава, Н. Новгород;

² Областная детская клиническая больница, Н. Новгород;

³ Нижегородская государственная медицинская академия, Н. Новгород

Цель исследования — изучение систолической и диастолической дисфункций, включая сегментарные и глобальные диастолические нарушения, в зависимости от геометрических показателей левого желудочка и уровня артериального давления у детей с сахарным диабетом 1-го типа.

Материалы и методы. Обследовано 126 детей с сахарным диабетом 1-го типа: 38 детей с давностью заболевания до 5 лет; 69 детей — 5—10 лет; 19 детей — более 10 лет. Выполнялось эхокардиографическое обследование с расчетом индексов ремоделирования, показателей систолической и диастолической функций. Для оценки сегментарной диастолической дисфункции использовалась методика тканевой визуализации в импульсно-волновом режиме.

Результаты. Поражение сердца у детей с сахарным диабетом 1-го типа характеризовалось развитием гипертрофии левого желудочка по эксцентрическому типу, сопровождающейся ранним появлением сегментарной диастолической дисфункции левого желудочка по типу замедленной релаксации. Одним из наиболее существенных факторов, определяющих нарушения функционирования сердечно-сосудистой системы, является повышение артериального давления, выявляемое при анализе индексированных показателей.

Ключевые слова: эхокардиография, сахарный диабет 1-го типа, диабетическая кардиомиопатия, диастолическая дисфункция.

English

Peculiarities of the left ventricle segmental diastolic dysfunction and structural and geometrical reconstruction in children with a diabetes mellitus of the 1st type

L.V. Kazakova, MD, head of the ultrasonic diagnosis department¹;
E.I. Karpovich, MD, head of the neurophysiology department²;
E.F. Lukushkina, MD, head of a faculty and polyclinic pediatrics chair³;
L.G. Strongin, MD, professor, head of a faculty of foreign student education (FFSE) therapy chair³;
A.Yu. Lukushkina, assistant of a FFSE therapy chair³

¹ Volga regional medical center of the Ministry of public health of Russia, N. Novgorod;

² Regional infantile clinical hospital, N. Novgorod;

³ Nizhny Novgorod state medical academy, N. Novgorod

Aim of investigation is a study of the systolic and diastolic dysfunctions, including the segmental and global diastolic disturbances depending on the left ventricle geometrical values and the arterial pressure level in children with a diabetes mellitus of the 1st type.

Для информации: Казакова Лариса Васильевна, тел. моб. +7 951-902-48-43; e-mail: klara200463@inbox.ru.

Materials and methods. 126 children with a diabetes mellitus of the 1st type are examined. 38 children are examined with a disease remoteness of up to 5 years; 69 children — of 5—10 years; 19 children — of more than 10 years. An echocardiographic examination with the restimulation index, systolic and diastolic function value calculation was made. A method of tissue visualization in the impulse and wave mode was used for assessment of a segmental diastolic dysfunction.

Results. The heart lesion in children with a diabetes mellitus of the 1st type was characterized by the left ventricle hypertrophy development according to eccentric type, accompanied by the left ventricle segmental diastolic dysfunction early appearance according to a delayed relaxation type. The arterial pressure increase, revealing at the indexed value analysis, is one of the most substantial factors, defining the cardiovascular system functioning disturbances.

Key words: echocardiography, diabetes mellitus of the 1st type, diabetic cardiomyopathy, diastolic dysfunction.

Актуальная проблема детской кардиологии — изучение изменения работы сердца у детей с сахарным диабетом 1-го типа (СД 1), поскольку развитие специфического поражения сердца является одной из причин высокой смертности больных сахарным диабетом [1—3]. Сердечная недостаточность развивается почти у 80% таких больных [2].

В настоящее время считается, что возникновение и прогрессирование сердечной недостаточности при любом заболевании сердца связано с ремоделированием левого желудочка (ЛЖ), включающим в себя не только процесс гипертрофии миокарда, но и изменение геометрии и функционального состояния ЛЖ [4—6]. В то же время данных об исследовании взаимосвязи геометрии ЛЖ и его функциональных характеристик при диабетических кардиопатиях недостаточно.

Цель исследования — изучение систолической и диастолической дисфункций, включая сегментарные и глобальные диастолические нарушения, в зависимости от геометрических показателей ЛЖ и уровня АД у детей с СД 1.

Материалы и методы. Проведено динамическое исследование 126 детей с СД 1. В качестве группы сравнения обследовано 70 практически здоровых детей и подростков.

Все больные СД 1 на момент осмотра находились в состоянии субкомпенсации или компенсации по показателям суточного гликемического профиля.

Клинико-эхокардиографические характеристики сердца изучены у детей в зависимости от стажа диабета в группах больных: с давностью заболевания до 5 лет — 1-я группа (38 детей); 5—10 лет — 2-я группа (69 детей); более 10 лет — 3-я группа (19 детей).

Клинико-инструментальное исследование включало определение индексированного систолического и диастолического АД (рекомендации National Heart Lung and Blood Institute Report of the Second Task Force on Blood Pressure Control in Children) [7]. Систолическое и диастолическое АД у детей с сахарным диабетом индексировалось путем деления значений на показатели здоровых детей, соответствующие по возрасту и полу 90-му перцентилю [8].

Для ультразвуковой локализации использовался аппарат ALOKA-5000 (Япония) с датчиками с частотой сканирования 3,5 и 5 МГц. Исследование проводилось по общепринятой методике в одномерном, двухмерном режимах с использованием доплерэхокардиографии в

постоянно-волновом и импульсном режимах, а также цветового доплеровского картирования.

Изучались следующие показатели, характеризующие морфофункциональное состояние ЛЖ: ФВ — фракция выброса, ФУ — степень укорочения переднезаднего размера ЛЖ, Vcf — скорость циркулярного укорочения волокон миокарда. Ударный объем (УО) вычисляли как произведение площади поперечного сечения аорты на уровне клапанов на интеграл линейной скорости трансортального потока, минутный объем кровотока (МО) — как произведение УО на ЧСС.

Общее периферическое сопротивление (ОПС) вычисляли по следующей формуле [9]:

$$\text{ОПС}(\text{дин}\cdot\text{с}\cdot\text{см}^{-5})=\text{АДср}\cdot 80/\text{МО},$$

где $\text{АДср}=\text{АДдиаст}+(\text{АДдиаст}-\text{АДсис})/3$.

Массу миокарда левого желудочка (ММЛЖ) вычисляли по формуле [10]:

$$\text{ММЛЖ}=1,04(\text{ТМЖПд}+\text{КДР}+\text{ТЗСЛЖд})^3\cdot\text{КДР}^3-13,6,$$

где ТМЖПд — толщина межжелудочковой перегородки в диастолу;

КДР — конечно-диастолический размер ЛЖ;

ТЗСЛЖд — толщина задней стенки ЛЖ в диастолу.

Рассчитывали следующие нормированные эхокардиографические показатели у детей и подростков [11]: Индекс КДР/ППТ^{0,5}, где ППТ^{0,5} — площадь поверхности тела;

$\text{ИММЛЖ}=\text{ММЛЖ}/\text{рост}^{2,7}$, где ИММЛЖ — индекс ММЛЖ.

Кроме того, рассчитывалось соотношение ММЛЖ/ППТ. За нормальные у подростков принимались его значения менее 125 г/м² [12].

Диастолическая функция ЛЖ изучалась по показателям трансмитрального потока, полученного из апикального доступа в проекции четырех камер в режиме импульсной доплерэхокардиографии. Глобальная диастолическая функция ЛЖ оценивалась по общепринятым показателям: пиковой скорости раннего (VE, см/с) и позднего (VA, см/с) наполнения, а также по соотношению VE/VA; времени изоволюмического расслабления — IVRT, времени замедления раннего наполнения ЛЖ — DT.

Для оценки движения продольных волокон миокарда использовалась методика тканевой визуализации в

импульсно-волновом режиме (Pulse wave doppler tissue imaging — PW TDI) в 4-, 3-, 2-камерных проекциях по длинной оси из верхушечного доступа в каждом из 12 сегментов ЛЖ, согласно схеме деления на сегменты, принятой Американской ассоциацией по эхокардиографии, и в 4 точках митрального кольца (у основания заднеперегородочной, боковой, нижней и передней стенок ЛЖ) для расчета глобальной диастолической функции ЛЖ [13].

По окружности базальный и средний отделы ЛЖ делили на следующие сегменты: передние, переднебоковые, заднебоковые, задние, заднеперегородочные и переднеперегородочные. В верхушке сердца выделяли еще 4 сегмента: передний, боковой, задний и переднеперегородочный.

За нарушения сегментарной диастолической функции ЛЖ принимали значения следующих показателей: соотношение пиков миокардиальных скоростей $e/a < 1,0$ и увеличение времени интрамиокардиального изоволюмического расслабления $ivrt > 85$ мс в одном или более сегментах ЛЖ. В контрольной группе здоровых детей e/a превышал 1,0 и длительность $ivrt$ в каждом сегменте была менее 80 мс.

Для оценки геометрической перестройки ЛЖ у больных вычисляли такие параметры, как индекс относительной толщины стенок (ИОС), меридиональный миокардиальный систолический стресс (МС), характеризующий силу натяжения волокон миокарда на единицу поперечного сечения стенки ЛЖ и являющийся количественным выражением величины постнагрузки ЛЖ [14].

ИОС определялся отношением толщины межжелудочковой перегородки (ТМЖП) и задней стенки ЛЖ (ТЗСЛЖ) к конечно-диастолическому размеру (в норме не превышает 0,45):

$$\text{ИОС} = (\text{ТМЖП} + \text{ТЗСЛЖ}) / \text{КДР};$$

$$\text{МС} = 0,334 \cdot \text{АДсис} \cdot \text{КСР} / \text{ЗСс} \cdot [1 + (\text{ЗСс} / \text{КСР})],$$

где КСР — конечно-систолический размер ЛЖ;

ЗСс — толщина задней стенки ЛЖ в систолу.

Для выделения геометрических моделей ЛЖ использовалась классификация А. Ganau с соавт. [16]. Концентрическая гипертрофия диагностировалась при наличии гипертрофии ЛЖ и значениях ИОС, более или равных 0,45; эксцентрическая — при выявлении гипертрофии ЛЖ и показателях ИОС менее 0,45. Концентрическое ремоделирование определялось как сочетание показателя ИОС, более или равного 0,45, с нормальными значениями соотношения ММЛЖ/ППТ.

Результаты обрабатывались с помощью пакета программ Statistica 5.0 (StatSoft Inc., USA, 1999). При оценке значимости различий для выборок с нормальным распределением использовался критерий Стьюдента, определяемый путем вычисления средней арифметической, среднего квадратичного отклонения, ошибки средней величины. При оценке качественных различий выборок использовался непараметрический критерий — точный метод Фишера, параметр Вилкоксона.

Результаты и обсуждение. Полученные результаты свидетельствовали об изменении функционального со-

стояния сердечно-сосудистой системы у детей с СД 1 уже на начальных этапах заболевания. Одними из первых нарушений выявлялись тахикардия и тенденция к повышению АД, устанавливаемые при оценке индексированного АД. Изменения индексированного АД носили статистически значимый характер ($p < 0,05$) во всех клинических группах и увеличивались с ростом продолжительности заболевания. Так, значения индексированного систолического и диастолического АД составили в 1-й группе — $0,95 \pm 0,06$ и $0,97 \pm 0,13$ мм рт. ст.; во 2-й — $0,99 \pm 0,08$ и $0,97 \pm 0,11$ мм рт. ст.; в 3-й — $1,18 \pm 0,06$ и $0,98 \pm 0,08$ мм рт. ст.

Сравнительный анализ выявил рост значений параметров сократимости миокарда с первых лет заболевания. Параметры ФУ, Vcf статистически значимо были повышены уже в 1-й клинической группе детей по сравнению с контрольной ($41,6 \pm 5,2$ и $35,3 \pm 4,43$; $p < 0,05$ и $1,7 \pm 0,2$ и $1,2 \pm 0,22$; $p < 0,05$) и были наибольшими в 3-й группе ($43,1 \pm 5,3$ и $2,1 \pm 0,3$; $p < 0,05$).

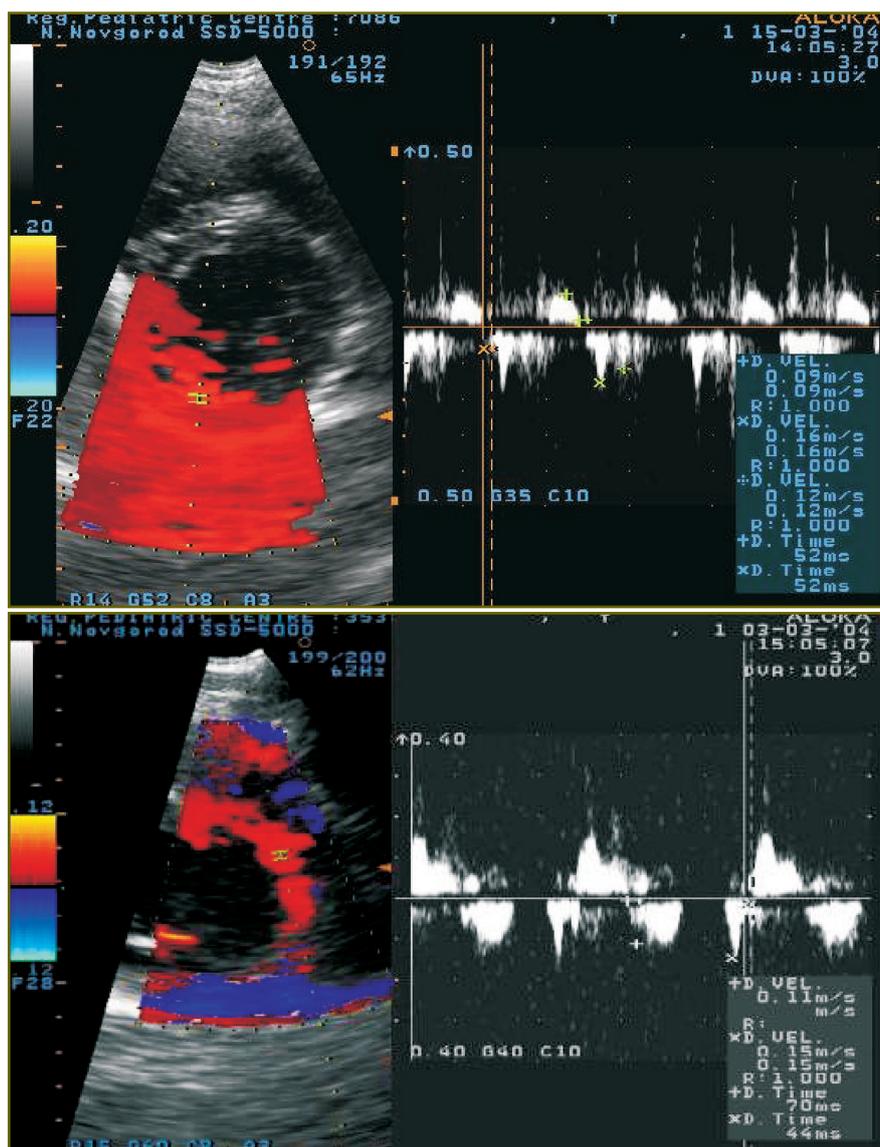
У большинства детей с СД 1 глобальная диастолическая функция, определяемая по показателям трансмитрального диастолического потока и PW TDI митрального кольца, была сохранена. Особенности сегментарных диастолических нарушений с использованием пульсовой PW TDI у детей с диабетическим поражением сердца изучены в зависимости от структурно-функциональных параметров ЛЖ. Изолированные нарушения регионарной диастолической функции ЛЖ по типу замедленной релаксации в виде $e/a < 1,0$ и $ivrt > 80$ мс выявлены у детей с СД 1 в 27% случаев: с нормальной геометрией ЛЖ — у 20% ($e/a < 1,0$ — в $1,4 \pm 0,54$ сегментов, $ivrt > 80$ мс — в $1,25 \pm 0,5$ сегментов); с гипертрофией миокарда ЛЖ — у 35% ($e/a < 1,0$ — в $2,28 \pm 0,95$ сегментов, $ivrt > 80$ мс — в $1,66 \pm 0,81$ сегментов — см. рисунок).

Таким образом, диастолические нарушения возникают в ранние сроки, до появления признаков гипертрофии ЛЖ.

Чаще диастолические сегментарные нарушения присутствовали в базальных сегментах: переднебоковом — в 23% наблюдений, заднебоковом — в 16%, переднеперегородочном — в 12%. В средних сегментах диастолические нарушения выявлялись: в переднебоковом — у 18,6%, заднебоковом — у 16%, заднем — у 6%, переднем — у 6% детей.

Дальнейшие изменения миокарда сопровождалось прогрессированием диастолических нарушений с замедлением релаксации желудочков. Изменения в показателях диастолической функции по трансмитральному диастолическому потоку можно отнести к начальным нарушениям расслабления ЛЖ. Паттерн нарушенной релаксации ЛЖ характеризовался снижением соотношения VE/VA , параметра VE диастолического наполнения ЛЖ и, следовательно, увеличением фазы предсердного наполнения без достоверного увеличения IVRT и DT (табл. 1).

Наибольшие диастолические нарушения наблюдались в группе больных с длительностью СД 1 более 10 лет (VE — $80,9 \pm 12,7$ см/с по сравнению с контрольной группой — $96,8 \pm 22,2$ см/с; $p < 0,05$) и у больных с эксцентрической гипертрофией ЛЖ по сравнению с детьми



Нормальный паттерн диастолической функции по пульсовой PW TDI (верхний снимок) и паттерн нарушенной релаксации ЛЖ ($e/a < 1,0$) (нижний снимок)

Таблица 1

Показатели диастолической функции у детей с СД 1 в зависимости от продолжительности заболевания ($M \pm \sigma$)

| Показатели | 1-я группа, 0–5 лет (n=38) | 2-я группа, 5–10 лет (n=69) | 3-я группа, более 10 лет (n=19) | Контрольная группа (n=69) |
|------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| VE, см/с | 90,3±14,3 | 80,5±16,4 | 80,9±12,7* | 96,8±22,2 |
| VA, см/с | 57,3±9,44 | 56,35±12,8 | 54,2±12,8 | 52,4±14,5 |
| VE/VA | 1,59±0,34* | 1,55±0,4* | 1,51±0,5* | 1,79±0,44* |
| IVRT, мс | 84,4±7,3 | 84,7±8,3 | 78,8±9,3 | 72,6±18,2 |
| DT, мс | 125,8±26,9 | 128,2±24,7 | 130,1±25,4 | 121,4±18,9 |

* — статистически значимые различия между группой больных СД 1 и контрольной группой ($p < 0,05$).

без гипертрофии ($VE/VA < 1$ встречался у 12% детей без гипертрофии ЛЖ и у 24% — с гипертрофией).

Многочисленные факторы, включающие возраст,

ЧСС, пред- и постнагрузку, влияли на процессы расслабления миокарда ЛЖ. У больных СД 1 с увеличением преднагрузки (индексированного КДР/ППТ^{0,5}) происходило увеличение VE и уменьшение IVRT, DT. Увеличение постнагрузки (МС, индексированное АДсист) вызвало удлинение IVRT, снижение VE/VA, что соответствовало результатам других авторов [17—19]. Выявлена высокая корреляционная зависимость между массой миокарда, ИОС и диастолическим соотношением VE/VA (табл. 2).

Диастолическая дисфункция ЛЖ развивалась при сохранении высоких параметров насосной функции ЛЖ.

Эхокардиографическая картина кардиопатий у детей с различным стажем заболевания СД 1 характеризовалась развитием эксцентрической гипертрофии ЛЖ. Незначительная и умеренная эксцентрическая гипертрофия миокарда была обнаружена у 49 из 126 больных (38%), находившихся под наблюдением (табл. 3). С увеличением длительности сахарного диабета морфофункциональные изменения ЛЖ имели неуклонную тенденцию к прогрессированию. По результатам динамического анализа эхоКГ показатели частоты гипертрофии миокарда увеличивались с 21% случаев в группе больных с продолжительностью заболевания СД 1 до 10 лет до 51% — в группе с продолжительностью СД 1 более 10 лет.

Одним из гемодинамических факторов развития эксцентрического типа гипертрофии ЛЖ являлся гиперкинетический тип кровообращения, характеризующийся высокими значениями насосной функции (МО, УО, ФВ); увеличением КДР; снижением ОПС, что приводило к увеличенному наполнению ЛЖ и перегрузке объемом (см. табл. 3). Гиперфункция миокарда выявлялась у детей с продолжительностью заболевания СД 1 более 5 лет.

Индексированное систолическое и диастолическое АД у больных с гипертрофией ЛЖ статистически значимо отличалось от значений у здоровых детей и коррелировало с ММЛЖ ($r = 0,46$; $p < 0,05$). Таким образом, увеличение

Таблица 2

Корреляционные связи показателей диастолической функции ЛЖ у детей с СД 1 с клиничко-функциональными параметрами ($p < 0,05$)

| | ЧСС | ФВ | ФУ | Сердечный индекс | ИОС | Индексированное АДсисст | ММЛЖ/ППТ | КДР/ППТ | Возраст |
|-------|-------|-------|-------|------------------|-------|-------------------------|----------|---------|---------|
| VE/VA | -0,38 | -0,33 | -0,39 | -0,4 | -0,33 | -0,7 | 0,42 | — | — |
| VA | 0,38 | 0,66 | 0,65 | 0,37 | 0,31 | 0,36 | — | 0,56 | — |
| DT | — | 0,56 | -0,21 | — | — | 0,87 | — | — | — |
| IVRT | — | -0,83 | -0,87 | -0,83 | — | — | — | -0,47 | -0,85 |

Таблица 3

Клиничко-эхокардиографическая характеристика детей с СД 1 с нормальной геометрией ЛЖ и эксцентрической гипертрофией ($M \pm \sigma$)

| Показатель | Нормальная геометрия (n=45) | Эксцентрическая гипертрофия (n=49) | Контрольная группа (n=43) |
|--|-----------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| Возраст, лет | 11,7±4,1 | 13,1±4,7 | 12,9±4,7 |
| ЧСС, уд/мин | 87,7±17,7* | 90,9±19,1* | 75,7±24,9 |
| ММЛЖ/ППТ, г/м ² | 112,4±24,3 | 138,1±27,9* | 98,6±25,2 |
| ИММЛЖ, г/м | 18,7±8,8 | 29,2±7,8* | 21,2±6,5 |
| ИОС | 0,31±0,06 | 0,27±0,06 | 0,26±0,09 |
| Индексированное АДсисст, мм рт. ст. | 0,92±0,12 | 0,95±0,09* | 0,88±0,07 |
| Индексированное АДдиаст, мм рт. ст. | 0,93±0,13 | 0,95±0,11* | 0,74±0,06 |
| КДР/ППТ ^{0,5} , см/м ² | 4,39±0,97* | 3,96±0,96* | 3,58±0,86 |
| МО, л/мин | 4,1±1,2* | 4,6±1,1* | 3,7±1,03 |
| УО, мл | 71,3±18* | 77,3±13* | 61,4±17,3 |
| Сердечный индекс, л/мин/м ² | 2,8±0,6 | 3,2±0,9* | 2,5±0,8 |
| ФВ, % | 71,7±10,5* | 71,1±7,95* | 66,1±5,48 |
| ФУ, % | 42,5±13,4* | 41,9±11,28* | 35,3±4,43 |
| Vcf, с ⁻¹ | 1,57±0,76* | 1,51±0,53* | 1,2±0,21 |
| ОПС, дин·с·см ⁻⁵ | 1499,6±268,4 | 1334,4±115,7* | 1622,7±217,7 |
| МС, г/см ² | 87,8±18,9** | 101,7±19,7* | 119,7±23,4 |

* — различия статистически значимы между группой больных СД 1 и контрольной группой ($p < 0,05$);

** — между группой больных СД 1 с нормальной геометрией ЛЖ и группой с эксцентрической гипертрофией ($p < 0,05$).

индексированного АД — показателя перегрузки давлением — является одним из ключевых гемодинамических факторов раннего развития гипертрофии ЛЖ у детей с СД 1.

Низкие значения конечно-систолического миокардиального стресса, характерные для детей, больных СД 1, согласуются с данными проведенных ранее исследований [15], показавших снижение миокардиального стресса у пациентов с артериальной гипертензией как проявление оптимального механизма адаптации ЛЖ к перегрузке давлением в ранние сроки заболевания.

Только у четырех пациентов с продолжительностью заболевания более 10 лет глобальная диастолическая функция ЛЖ была нарушена по типу замедленной релаксации (VE/VA — 0,81±0,06; IVRT — 97,2±9,2; DT — 251,2±17,9 по сравнению с контрольной группой: VE/VA — 1,79±0,44, $p < 0,05$; IVRT — 72,6±18,2, $p < 0,1$; DT — 121,4±18,9, $p < 0,05$).

У двух пациентов с СД 1 диагностировалась эксцентрическая гипертрофия ЛЖ с глобальной диастолической дисфункцией ЛЖ, осложняющаяся развитием систолической дисфункции ЛЖ (ФВ=56,4±2,1%).

Динамическое наблюдение за больными позволило выделить следующие эхокардиографические стадии развития диабетической кардиомиопатии: I — повышение сократимости миокарда; II — сегментарная диастолическая дисфункция ЛЖ без структурно-геометрических перестроек ЛЖ; III — сегментарная диастолическая дисфункция ЛЖ с развитием эксцентрической гипертрофии ЛЖ; IV — эксцентрическая гипертрофия ЛЖ с глобальной диастолической дисфункцией ЛЖ при сохранении систолической функции; V — эксцентрическая гипертрофия ЛЖ с глобальной систолической и диастолической дисфункцией ЛЖ.

Заключение. Изменения диастолической функции и структурно-геометрическая перестройка левого желудочка у детей с сахарным диабетом 1-го типа начинаются на ранних стадиях развития заболевания. Одним из наиболее существенных факторов, определяющих нарушения функционирования сердечно-сосудистой системы, является повышение АД, выявляемое при анализе индексированных показателей.

Литература

1. Соколов Е.И. Диабетическое сердце. М: Медицина; 2000; 341 с.
2. Herlitz J., Malmberg K. How to improve the cardiac prognosis for diabetes. *Diabetes Care* 1999; 22(Suppl 2): B89—B94.
3. Salazar J., Rivas A., Rodriguez M. et al. Left ventricular function determined by Doppler echocardiography in adolescents with type I (insulin-dependent) diabetes mellitus. *Acta Cardiol* 1994; 49(5): 435—439.
4. Беленков Ю.Н., Мареев В.Ю. Сердечно-сосудистый континуум. *Журнал Сердечная недостаточность* 2002; 3(1): 7—12.
5. Беленков Ю.Н. Ремоделирование левого желудочка: комплексный подход. *Журнал Сердечная недостаточность* 2002; 4(4): 161—164.
6. Белов Ю.В., Вараксин В.А. Структурно-геометрические изменения миокарда и особенности центральной гемодинамики при постинфарктном ремоделировании левого желудочка. *Кардиология* 2003; 1: 19—23.
7. National Heart Lung and Blood Institute Report of the Second Task Force on Blood Pressure Control in Children. *Pediatrics* 1987; 79: 1—25.
8. Методы исследования физического статуса детей. М: РАМН; 2000.
9. Lutas E.M., Devereux R.B., Reis G. et al. Increased cardiac performance in mild hypertension: left ventricular mechanics. *Hypertension* 1985; 7: 979.
10. Devereux R.B. Left ventricular geometry, pathophysiology and prognosis. *Am J Cardiol* 1995; 25: 885—887.
11. Thomas R. Kimbal, Stephen R. Daniels, Philip R. Khoury et al. Cardiovascular Status in Young patients with insulin — dependent diabetes mellitus. *Circulation* 1994 July; 90(1): 357—361.
12. Васюк Ю.А. Возможности и ограничения эхокардиографического исследования в оценке ремоделирования левого желудочка при ХСН. *Журнал Сердечная недостаточность* 2003; 4(2): 107—110.
13. Детская ультразвуковая диагностика. Под ред. М.И. Пыкова, К.В. Ватолина. М: Издательский дом Видар; 2001; 278 с.
14. Reichek N., Wilson J., Sutton J.M. et al. Noninvasive determination of left ventricular endsystolic stress: validation of the method and initial application. *Circulation* 1982; 65: 99.
15. Ganau A., Devereux R.B., Roman M.J. et al. Pattern of left ventricular hypertrophy and geometric remodeling in essential hypertension. *J Am Coll Cardiol* 1992; 19: 1550—1555.