

Богмат Л.Ф., Ніконова В.В.

ДУ «Інститут охорони здоров'я дітей та підлітків Національної академії медичних наук України», м. Харків, Україна

Вплив змін нейрогуморальних факторів на формування порушень діастолічного наповнення лівого шлуночка серця в підлітків із патологією міокарда

For cite: Zdorov'ye Rebenka. 2017;12:177-81. doi: 10.22141/2224-0551.12.2.2017.99777

Резюме. Мета роботи — дослідити стан нейрогуморальної регуляції при різних нозологічних формах патології міокарда залежно від типу діастолічної дисфункції. **Матеріали та методи.** Проведено комплексне обстеження 110 підлітків віком 13–18 років із патологією міокарда, серед яких 40 — із порушеннями ритму серця, 40 — із диспластичною кардіоміопатією і 30 — із первинною артеріальною гіпертензією. Контрольну групу становили 10 практично їх здорових однолітків без ознак ураження серця. Морфофункціональні параметри серця вивчалися шляхом ультразвукового дослідження в М- і В-режимах за стандартною методикою. Функцію діастолічного лівого шлуночка вивчали в імпульсному доплерівському режимі з реєстрацією трансмітрального потоку з верхівкового доступу чотирикамерного серця. Оцінку функціонального стану симпатoadренальної системи проводили за вмістом у добовій сечі вільних катехоламінів — адреналіну та норадреналіну флюорометричним методом за Е.Ш. Матліною із співавторами. (1976). Дослідження ренін-ангіотензин-альдостеронової системи включало вивчення активності реніну плазми, вмісту ангіотензину II та альдостерону в периферичній венозній крові за допомогою радіоімунологічного аналізу, який проводили на гамма-лічильнику «Наркотест». Використовували набори «Ангіотензин-І-ренін», «Ангіотензин II», «Альдостерон» фірми Ittihadtech (Чехія). Статистична обробка матеріалу проведена на IBM PC/Pentium 4 з використанням пакета прикладних програм Statgraphics Centurion. **Результати.** У результаті проведених досліджень у юнаків із порушеннями ритму серця встановлено вірогідну активацію симпатoadренальної системи в групах як із першим (I), так і з третім (III) типами діастолічної дисфункції (ДД). Показники симпатoadренальної системи в групі з II типом ДД практично не відрізнялись від контрольних значень. Досліджуючи стан РААС у хворих з порушенням ритму серця, встановили поступову активацію реніну плазми крові від групи з I типом ДД до групи з III типом. Подібна тенденція спостерігалась і відносно ангіотензину II, але різниця не була вірогідною. Показники альдостерону практично не відрізнялись від контрольних значень. У підлітків із диспластичною кардіоміопатією в групі з I типом ДД лівого шлуночка були значно підвищеними показники симпатoadренальної системи, як адреналін ($p < 0,01$), так і норадреналін ($p < 0,05$), на той час як у групах із II та III типами ДД ці показники не відрізнялись від контрольних значень. При оцінці показників РААС звертало на себе увагу поступове підвищення активності реніну плазми крові від I до III групи ($p < 0,01$; $p < 0,01$; $p < 0,01$ відповідно), показники ангіотензину II також зростали, але різниця між групами із різними типами ДД не була суттєвою. Значення альдостерону практично не відрізнялись від групи контролю незалежно від типу ДД. У групі підлітків із первинною артеріальною гіпертензією встановлено вірогідне підвищення екскреції катехоламінів незалежно від типу ДД. Зміни параметрів РААС були неоднозначні. Так, активність реніну плазми крові була вищою в підлітків із II ($p < 0,05$) та III типами ДД ($p < 0,01$), рівень ангіотензину II переважав у групі з I типом ДД ($p < 0,05$), на той час як рівень альдостерону — у групі з III типом ДД ($p < 0,01$). **Висновки.** Розвиток діастолічної дисфункції в підлітків із патологією міокарда відбувається на тлі активації нейрогуморальних систем. Для осіб із I типом діастолічної дисфункції незалежно від патології міокарда характерна значна активація симпатoadренальної системи. У підлітків із II і III типами діастолічної дисфункції відбувається послідовне залучення в патологічний процес ренін-ангіотензин-альдостеронової системи, особливо в осіб з артеріальною гіпертензією.

Ключові слова: нейрогуморальна регуляція; діастолічна дисфункція; патологія міокарда; підлітки

Вступ

Відомо, що активація симпатoadреналової системи (САС) на початковому етапі хронічної серцевої недостатності чинить деякий позитивний адаптивно-компенсаторний вплив на серцево-судинну систему [1–3]. Однак із часом гіперактивація САС починає негативно впливати на стан системи, сприяючи прогресуванню серцевої недостатності за рахунок безпосереднього кардіотоксичного ефекту надлишку катехоламінів, який пов'язують передусім із перевантаженням кардіоміоцитів кальцієм, що в подальшому призводить до підвищення жорсткості міокарда та розвитку діастолічної дисфункції (ДД) [4, 5].

Гіперактивація ренін-ангіотензин-альдостеронової системи (РААС), як і активація симпатoadреналової системи, на початкових етапах розвитку дисфункції міокарда також має адаптивне значення й спрямована на підтримку гемодинаміки та забезпечення перфузії органів і тканин на оптимальному рівні [6–9]. У подальшому тривала гіперактивація РААС призводить до розвитку наступних хронічних і важко переборних наслідків: надмірного збільшення загального периферичного судинного опору (за рахунок постійного спазму артеріол), збільшення післянавантаження, формування як діастолічної, так і систолічної дисфункції, зниження перфузії органів і тканин.

У зв'язку з цим ми вважали за необхідне дослідити стан нейрогуморальної регуляції при різних нозологічних формах патології міокарда залежно від типу діастолічної дисфункції.

Матеріали та методи

У зв'язку з поставленими завданнями проведено комплексне обстеження 110 підлітків віком 13–18 років із патологією міокарда, серед яких 40 — із порушеннями ритму серця, 40 — із диспластичною кардіоміопатією і 30 — із первинною артеріальною гіпертензією. Контрольну групу становили 10 практично здорових їх однолітків без ознак ураження серця.

Морфофункціональні параметри серця вивчалися за допомогою ультразвукового дослідження в М- і В-режимах за стандартною методикою, що рекомендована Асоціацією спеціалістів з ехокардіографії.

Функцію діастолічного лівого шлуночка (ЛШ) вивчали в імпульсному доплерівському режимі з реєстрацією трансмітрального потоку з верхівкового доступу чотирикамерного серця. По кривій трансмітрального діастолічного потоку крові вимірювалися такі параметри діастолічної функції лівого шлуночка: максимальна швидкість потоку у фазі раннього діастолічного наповнення ЛШ (E , м/с); швидкість потоку у фазі пізнього діастолічного наповнення ЛШ у систолу передсердя (A , м/с); час уповільнення швидкості потоку у фазу раннього діастолічного наповнення (DT , с); час ізовольометричного розслаблення ЛШ ($IVRT$, с). На підставі

отриманих величин швидкісних і часових показників трансмітрального потоку проводили розрахунок такого показника: співвідношення швидкостей у фазі раннього й пізнього наповнення діастолічного лівого шлуночка (E/A).

Відповідно до рекомендацій M.D. Appleton і співавт. виділено 3 типи порушень діастолічної функції міокарда лівого шлуночка серця: I тип — уповільненої релаксації (гіпертрофічний) ($E/A = 0,7-0,9$; DT збільшено), II тип — псевдонормальний ($E/A = 1,2-1,3$; DT збільшено), III тип — рестриктивний ($E/A > 2,0$; DT знижено). Вважається що це не тільки типи, але й стадії прогресування діастолічної дисфункції міокарда.

Оцінку функціонального стану симпатoadреналової системи проводили за вмістом у добовій сечі вільних катехоламінів — адреналіну (A) та нор-адреналіну (HA) флюорометричним методом за Е.Ш. Матліною із співавт. (1976). Дослідження ренін-ангіотензин-альдостеронової системи включало вивчення активності реніну плазми, вмісту ангіотензину II та альдостерону в периферичній венозній крові за допомогою радіоімунологічного аналізу, який проводили на гамма-лічильнику «Наркотест». Використовували набори «Ангіотензин-1-ренін», «Ангіотензин II», «Альдостерон» фірми Immunotech (Чехія).

Статистична обробка матеріалу проведена на IBM PC/Pentium 4 з використанням пакета прикладних програм Statgraphics Centurion.

Результати та обговорення

У результаті проведених досліджень у юнаків із порушеннями ритму серця встановлено вірогідну активацію симпатoadреналової системи в групах як з першим (I), так і з третім (III) типами ДД (табл. 1). Показники симпатoadреналової системи в групі із II типом ДД практично не відрізнялись від контрольних значень (табл. 1).

Досліджуючи стан РААС у хворих з порушенням ритму серця, встановили поступову активацію реніну плазми крові від групи з I типом ДД до групи з III типом (табл. 1). Подібна тенденція спостерігалась і щодо ангіотензину II, але різниця не була вірогідною. Показники альдостерону практично не відрізнялись від контрольних значень (табл. 1).

У підлітків із диспластичною кардіоміопатією в групі з I типом ДД ЛШ були значно підвищеними показники САС, як адреналін ($p < 0,01$), так і нор-адреналін ($p < 0,05$), на той час як у групах з II та III типами ДД ці показники не відрізнялись від контрольних значень (табл. 2).

При оцінці показників РААС звертало на себе увагу поступове підвищення активності реніну плазми крові від I до III групи ($p < 0,01$; $p < 0,01$; $p < 0,01$ відповідно), показники ангіотензину II також зростали, але різниця між групами із різними типами ДД не була суттєвою. Значення альдостерону практично не відрізнялись від групи контролю незалежно від типу ДД (табл. 2).

У групі підлітків із первинною артеріальною гіпертензією встановлено вірогідне підвищення екскреції катехоламінів незалежно від типу ДД (табл. 3).

Зміни параметрів РААС були неоднозначними. Так, активність реніну плазми крові була вищою у підлітків із II ($p < 0,05$) та III типами ДД ($p < 0,01$), рівень ангіотензину II був вищим у групі з I типом ДД ($p < 0,05$), на той час як рівень альдостерону — в осіб із III типом ДД ($p < 0,01$) (табл. 3).

Отже, якщо вважати патологічні типи діастолічного наповнення ЛШ ланками одного ланцюга, які послідовно змінюють одна одну в міру розвитку хронічної серцевої недостатності, отримані результати можна пояснити тим, що при I типі діастолічної дисфункції (порушенні релаксації) незалежно від нозологічної форми відбувається компенсаторна активація симпатоадреналової системи.

При більш глибоких порушеннях діастолічної функції ЛШ, при II (псевдонормалізація) та

III (рестрикція) типах діастолічного наповнення, відмічено подальшу активацію нейрогуморальних систем. У хворих з II типом ДД ЛШ відбувається активація ренін-ангіотензин-альдостеронової системи, що призводить до появи ознак підвищеної жорсткості міокарда у вигляді уповільнення швидкісних характеристик раннього наповнення ЛШ.

У подальшому процеси активації РААС поглиблюються, що стимулює синтез колагену, накопичення фіброзної тканини в міокарді та, як наслідок, формування більш значних змін діастолічного наповнення лівого шлуночка серця, що проявляється зростанням співвідношення Е/А понад 2,0, та формуванням III типу ДД ЛШ (рестрикції).

Висновки

1. Розвиток діастолічної дисфункції в підлітків із патологією міокарда відбувається на тлі активації нейрогуморальних систем.

Таблиця 1. Показники нейрогуморальних систем у підлітків із порушенням ритму серця та різними типами діастолічної дисфункції ($M \pm m$)

Групи	Показники				
	Адреналін, нмоль/добу	НА, нмоль/добу	Ренін, (нг/мл)/год	Ангіотензин II, пмоль/л	Альдостерон, пг/мл
Контроль (n = 10)	24,38 ± 1,81	108,98 ± 7,90	0,56 ± 0,06	23,03 ± 2,15	73,04 ± 16,20
I тип ДД (n = 14)	37,71 ± 7,24*	146,65 ± 22,38*	0,64 ± 0,12	25,65 ± 2,81	76,57 ± 14,48
II тип ДД (n = 10)	28,68 ± 6,66	114,61 ± 20,80	0,75 ± 0,12*	31,00 ± 4,06	73,38 ± 25,10
III тип ДД (n = 8)	38,41 ± 6,90*	132,95 ± 17,31*	0,86 ± 0,12**	29,26 ± 3,81	63,40 ± 16,40

Примітки: * — $p < 0,05$ порівняно з групою контролю; ** — $p < 0,01$ порівняно з групою контролю.

Таблиця 2. Показники нейрогуморальних систем у підлітків із диспластичною кардіоміопатією та різними типами ДД ($M \pm m$)

Групи	Показники				
	Адреналін, нмоль/добу	НА, нмоль/добу	Ренін, (нг/мл)/год	Ангіотензин II, пмоль/л	Альдостерон, пг/мл
Контроль (n = 10)	24,38 ± 1,81	108,98 ± 7,90	0,56 ± 0,06	23,03 ± 2,15	73,04 ± 16,20
I тип ДД (n = 10)	73,16 ± 5,54*	197,90 ± 23,42*	0,79 ± 0,02*	24,77 ± 4,22	78,83 ± 35,05
II тип ДД (n = 11)	22,78 ± 4,24	90,47 ± 21,62	0,83 ± 0,18*	25,66 ± 6,48	27,05 ± 7,96
III тип ДД (n = 8)	16,87 ± 0,21	94,28 ± 19,31	1,56 ± 0,45**	30,66 ± 4,97	63,76 ± 20,48

Примітка: * — $p < 0,01$ порівняно з групою контролю.

Таблиця 3. Показники нейрогуморальних систем у підлітків із первинною артеріальною гіпертензією та різними типами ДД ($M \pm m$)

Групи	Показники				
	Адреналін, нмоль/добу	НА, нмоль/добу	Ренін, (нг/мл)/год	Ангіотензин II, пмоль/л	Альдостерон, пг/мл
Контроль (n = 10)	24,38 ± 1,81	108,98 ± 7,90	0,56 ± 0,06	23,03 ± 2,15	73,04 ± 16,20
I тип ДД (n = 9)	71,15 ± 18,16**	166,67 ± 10,54**	0,44 ± 0,05	45,00 ± 5,77*	58,33 ± 12,01
II тип ДД (n = 7)	32,47 ± 5,77	145,30 ± 21,74*	1,23 ± 0,41**	28,06 ± 4,53	47,00 ± 7,70
III тип ДД (n = 8)	78,18 ± 15,11**	160,68 ± 12,34**	2,20 ± 0,84**	23,33 ± 4,84	118,04 ± 7,46**

Примітки: * — $p < 0,05$ порівняно з групою контролю; ** — $p < 0,01$ порівняно з групою контролю.

2. Для осіб із I типом діастолічної дисфункції незалежно від патології міокарда характерна значна активація симпатоадреналової системи.

3. У підлітків із II і III типами діастолічної дисфункції відбувається послідовне залучення в патологічний процес ренін-ангіотензин-альдостеронової системи, особливо в підлітків з артеріальною гіпертензією.

Конфлікт інтересів. У авторів даної статті немає конфлікту інтересів або яких-небудь особистих чи фінансових домагань, що могли б вплинути на підготовку та публікацію статті.

References

1. Mineeva EE, Gvozdenko TA, Antonjuk MV. Diastolic dysfunction is predictor of heart remodeling in arterial hypertension in young men. *Klinicheskajamedicina*. 2008;86(7):23-5. (in Russian).
2. Karpov JuA. The role of neurohumoral systems in development and progression of cardiac failure: endothelial factors. *Serdechna-janedostatochnost'*. 2002;3(1):20-22. (in Russian).
3. Mjasnikov GV. Neurohormones and cytokines in patients with primary chronic heart failure due to hypertension depending on the availability of insulin resistance. *Ukrains'kijmedichnijchasopis*. 2008;1(63):38-42. (in Russian).

4. Groban L, Kitzman DW. Diastolic function a barometer for cardiovascular risk? *Anesthesiology*. 2010;112:1303-6. doi: 10.1097%2FALN.0b013e3181da89e4.

5. Bogmat LF, Mihal'chuk OJa. Neurohumoral factors in the formation of systolic myocardial dysfunction in adolescents with different variants of arrhythmias. *Zaporozhskijmedicinskijzurnal*. 2010;12:9-11. (in Russian).

6. Rak LI. The state of the renin-angiotensin-aldosterone system in various forms of myocardial pathology in children and adolescents. *Ukrains'kijradiologichnijzurnal*. 2010;3:317-20. (in Ukrainian).

7. Bogmat LF, Rak LI. Remodelirovaniemiokardainejrogomora l'najaaktivacija — faktoryformirovanijaiprogresirovanijahronicheskoeserdechnojnedostatochnosti u detej[Remodeling and neurohormonal activation - formation factors and progression of chronic heart failure in children]. In: *Proceedings of the International Cardiology Congress: Cardiology on the intersection of sciences*. Tumen; 2010:46-47. (in Russian).

8. Verdecchia P, Gentile G, Angeli FF. Evidence for cardiovascular, cerebrovascular, and renal protective effects of renin-angiotensin system blockers. *Ther. Adv. Cardiovasc. Dis*. 2012;6(2):81-91. doi: 10.1177/1753944712444866. Epub 2012 Apr 23.

9. Fedorova O.A. The blockade of the renin-angiotensin-aldosterone system in patients with high cardiovascular risk, and comorbid conditions. *Ukrains'kijmedichnijchasopis*. 2013;3(95):23-28. (in Russian).

Отримано 09.03.2017 ■

Богмат Л.Ф., Никонова В.В.

ГУ «Институт охраны здоровья детей и подростков Национальной академии медицинских наук Украины», г. Харьков, Украина

Влияние изменений нейрогуморальных факторов на формирование нарушений диастолического наполнения левого желудочка сердца у подростков с патологией миокарда

Резюме. Цель работы — исследовать состояние нейрогуморальной регуляции при различных нозологических формах патологии миокарда в зависимости от типа диастолической дисфункции. **Материалы и методы.** Проведено комплексное обследование 110 подростков 13–18 лет с патологией миокарда, среди которых 40 — с нарушениями ритма сердца, 40 — с диспластической кардиомиопатией и 30 — с первичной артериальной гипертензией. Контрольную группу составили 10 практически их здоровых сверстников без признаков поражения сердца. Морфофункциональные параметры сердца изучались с помощью ультразвукового исследования в М- и В-режимах по стандартной методике. Функцию диастолического наполнения левого желудочка изучали в импульсном доплеровском режиме с регистрацией трансмитрального потока из верхушечного доступа четырехкамерного сердца. Оценку функционального состояния симпатоадреналовой системы проводили по содержанию в суточной моче свободных катехоламинов — адреналина и норадреналина флюорометрическим методом по Э.Ш. Матлиной с соавт. (1976). Исследование ренин-ангиотензин-альдостероновой системы включало изучение активности ренина плазмы, содержания ангиотензина II и альдостерона в периферической венозной крови с помощью радиоиммунологического анализа, который проводили на гамма-счетчике «Наркотест». Использовали наборы «Ангиотензин-1-ренин», «Ангиотензин II», «Альдостерон» фирмы Immunotech (Чехия). Статистическая обработка материала проведена на IBM PC/Pentium 4 с использованием пакета прикладных программ Statgraphics Centurion. **Результаты.** В результате

проведенных исследований у юношей с нарушениями ритма сердца установлена достоверная активация симпатоадреналовой системы в группах как с первым (I), так и с третьим (III) типами диастолической дисфункции (ДД). Показатели симпатоадреналовой системы в группе со II типом ДД практически не отличались от контрольных значений. Исследуя состояние РААС у больных с нарушением ритма сердца, установили постепенную активацию ренина плазмы крови от группы с I типом ДД до группы с III типом. Подобная тенденция наблюдалась и в отношении ангиотензина II, но разница не была достоверной. Показатели альдостерона практически не отличались от контрольных значений. У подростков с диспластической кардиомиопатией в группе с I типом ДД левого желудочка были значительно повышенными показатели симпатоадреналовой системы, как адреналина ($p < 0,01$), так и норадреналина ($p < 0,05$), в то время как в группах со II и III типами ДД эти показатели не отличались от контрольных значений. При оценке показателей РААС обращало на себя внимание постепенное повышение активности ренина плазмы крови от I до III группы ($p < 0,01$; $p < 0,01$; $p < 0,01$ соответственно), показатели ангиотензина II также росли, но разница между группами с различными типами ДД не была существенной. Значения альдостерона практически не отличались от данных группы контроля независимо от типа ДД. В группе подростков с первичной артериальной гипертензией установлено достоверное повышение экскреции катехоламинов независимо от типа ДД. Изменения параметров РААС были неоднозначными. Так, активность ренина плазмы крови была выше у подростков с II ($p < 0,05$) и III типами ДД ($p < 0,01$),

уровень ангиотензина II преобладал в группе с I типом ДД ($p < 0,05$), в то время как уровень альдостерона — в группе с III типом ДД ($p < 0,01$). **Выводы.** Развитие диастолической дисфункции у подростков с патологией миокарда происходит на фоне активации нейрогуморальных систем. Для лиц с I типом диастолической дисфункции независимо от патологии миокарда характерна значительная

активация симпатoadrenalовой системы. У подростков со II и III типами диастолической дисфункции происходит последовательное вовлечение в патологический процесс ренин-ангиотензин-альдостероновой системы, особенно у подростков с артериальной гипертензией.

Ключевые слова: нейрогуморальная регуляция; диастолическая дисфункция; патология миокарда; подростки

L.F. Bohmat, V.V. Nikonova

State Institution "Institute for Children and Adolescents Health Care of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kharkiv, Ukraine

Impact of the changes in neurohumoral factors on the formation of violations of the diastolic filling of the left ventricle in adolescents with myocardial pathology

Abstract. The purpose of the study was to investigate the state of neurohumoral regulation in various nosological forms of myocardial pathology depending on the type of diastolic dysfunction (DD). **Materials and methods.** A comprehensive survey was performed in 110 adolescents aged 13–18 years with myocardial pathology, including 40 — with cardiac arrhythmias, 40 — with dysplastic cardiomyopathy and 30 — with primary hypertension. The control group consisted of 10 apparently healthy peers with no signs of heart disease. Morphofunctional cardiac parameters were studied using ultrasound in M and B modes by the standard method. Diastolic function of the left ventricle was studied in pulsed Doppler mode with registration transmural flow from the apical access of the four-chamber heart. Assessment of the functional status of sympathoadrenal system was carried out by the content of free catecholamines in daily urine — adrenaline and noradrenaline using fluorometric method according to E.Sh. Matlina et al. (1976). Studying renin-angiotensin-aldosterone system (RAAS) included investigation of plasma renin activity, content of angiotensin II and aldosterone in peripheral venous blood using radioimmunoassay analysis, which was performed on gamma counter Narcotest. We have used sets "Angiotensin-1-renin", "Angiotensin II", "Aldosterone" manufactured by Immunotech (Czech Republic). Statistical analysis of the material was held on the IBM PC/Pentium 4 using application package Statgraphics Centurion. **Results.** As a result of the studies in boys with cardiac arrhythmias, there was found a probable sympathoadrenal system activation in groups with both the first (I), and the third (III) types of DD. Indicators of sympathoadrenal system in the group with DD type II almost did not differ from control values. Exploring the state of the RAAS in patients with cardiac arrhythmias, it was found the gradual activation of plasma re-

nin from the group with DD type I to the group with type III. A similar trend was observed regarding angiotensin II, but the difference was not significant. Aldosterone indicators almost did not differ from control values. Adolescents with dysplastic cardiomyopathy in the group with type I DD of the left ventricle had significantly higher parameters of sympathoadrenal system, both adrenaline ($p < 0.01$) and noradrenaline ($p < 0.05$), while in groups of DD types II and III, these figures did not differ from control values. When assessing the parameters of RAAS, a gradual increase in renin activity of the blood plasma from group I to group III ($p < 0.01$, $p < 0.01$, $p < 0.01$, respectively) attracted attention, angiotensin II values also increased, but the difference between groups with different types of DD was not significant. The value of aldosterone did not differ much from the control group, regardless of the DD type. In the group of adolescents with primary hypertension, we have found a significant increase in urinary catecholamines, regardless of DD. Changes in RAAS values were mixed. Thus, plasma renin activity was higher in adolescents with DD type II ($p < 0.05$) and III ($p < 0.01$), the level of angiotensin II prevailed in the group with DD type I ($p < 0.05$), while aldosterone levels — with DD type III ($p < 0.01$). **Conclusions.** The development of diastolic dysfunction in adolescents with myocardial pathology occurs against the background of neurohormonal system activation. People with type I diastolic dysfunction, regardless of myocardial pathology, are characterized by a significant activation of sympathoadrenal system. In adolescents with types II and III of diastolic dysfunction, there is a consistent involvement of the renin-angiotensin-aldosterone system in the pathological process, especially in adolescents with hypertension.

Keywords: neurohumoral regulation; diastolic dysfunction; myocardial pathology; adolescents