
Клиническая медицина

УДК 612.13

АДАПТИВНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГЕМОДИНАМИКИ У ДЕТЕЙ С НЕЙРОЦИРКУЛЯТОРНОЙ ДИСТОНИЕЙ ГИПОТЕНЗИВНОГО ТИПА

О. В. Кузнецова^{1*}, кандидат медицинских наук,

А. И. Рывкин¹, доктор медицинских наук,

С. В. Обжерина², кандидат медицинских наук,

Ю. В. Теплова³,

Е. В. Салапина²

¹ ГБОУ ВПО «Ивановская государственная медицинская академия» Минздрава России, 153012, Россия, г. Иваново, Шереметевский просп., д. 8

² ОБУЗ «Ивановская областная клиническая больница», 153040, Россия, г. Иваново, ул. Любимова, д. 1

³ МУЗ «Городская детская поликлиника № 1», 140011, Россия, Московская область, г. Люберцы, ул. Авиаторов, д. 5

РЕЗЮМЕ У 70 детей с артериальной гипотензией выявлены разнообразные изменения центральной гемодинамики, которые зависели от ее типа. У детей с гиперкинетическим и эукинетическим типами диагностирован гиперкинетический кардиальный синдром. Гипокинетический тип характеризовался исходно низким функциональным состоянием сердечно-сосудистой системы. Во всех группах отмечалась поливариантность адаптивных изменений гемодинамики, направленных на поддержание функциональных резервов сердечно-сосудистой системы.

Ключевые слова: артериальная гипотония, центральная гемодинамика, гемодинамический профиль, дети.

* Ответственный за переписку (corresponding author): e-mail: 19740516@mail.ru

Проблема артериальной гипотонии у взрослых привлекает пристальное внимание исследователей в течение многих десятилетий, и к настоящему времени накоплено достаточно данных, раскрывающих многогранность клинических, функциональных и социально-психологических ее проявлений. Не вызывает сомнения, что истоки гипотонии следует искать в детском и подростковом возрасте [1, 2]: с каждым годом в научной литературе появляется все больше указаний на то, что гипотонические состояния, встречающиеся у детей и

подростков, в последующем могут трансформироваться в гипертоническую болезнь, а также быть фактором риска ишемической болезни сердца. Результаты исследований свидетельствуют о тенденции к росту частоты артериальной гипотонии и к ее «омоложению». Гемодинамические нарушения, лежащие в основе многих клинических проявлений гипотонии, мало исследованы. В связи с этим нами было оценено состояние центральной гемодинамики у подростков с артериальной гипотензией в зависимости от типа гемодинамики.

HEMODYNAMICS ADAPTIVE ALTERATIONS IN CHILDREN WITH NEUROCIRCULATORY DYSTONIA OF HYPOTENSIVE TYPE

Kuznetsova O. V., Ryvkin A. I., Obzherina S. V., Teplova Yu. V., Salapina E. V.

ABSTRACT Central hemodynamics status in 70 children with arterial hypertension was examined. It was stated that patients had various changes of central hemodynamics and these changes were depended on its type. Hyperkinetic cardiac syndrome was revealed in children with hyperkinetic and eukinetic types. Hypokinetic type was initially characterized by low functional state of cardiovascular system. Polyvariation of hemodynamics adaptive alterations was marked in all groups. These alterations were directed to maintain cardiovascular system functional resources.

Key words: arterial hypotension, central hemodynamics, hemodynamic profile, children.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Обследовано 70 детей в возрасте 11–14 лет с артериальной гипотонией (проявлением синдрома нейроциркуляторной дистонии). За артериальную гипотонию мы принимали значения артериального давления (АД) ниже 10-го центиля [2, 5]. Из исследования исключались больные с вторичной гипотонией. Контрольную группу составил 21 здоровый ребенок того же возраста.

Общая гемодинамика оценивалась по данным эхокардиографии и доплеровского исследования на аппарате «LOGIC 500» по стандартной методике в покое и в ходе выполнения клинорто статической пробы с физической нагрузкой (20 приседаний за 30 секунд) [4, 6]. Определялись морфометрические показатели. Проводился расчет конечно-диастолического (КДО, мм³) и конечно-систолического объема левого желудочка (КСО, мм³), минутного (МОК, л/мин) и ударного объема кровообращения (УО, мл), сердечного (СИ, л/мин/м²) и ударного индексов (УИ, мл/м²), фракции выброса и фракции укорочения. При помощи доплеровской эхокардиографии определялись: максимальная скорость раннего наполнения левого желудочка (V_e , м/с), максимальная скорость наполнения левого желудочка в период предсердной систолы (V_a , м/с). Проводился расчет общего периферического сосудистого сопротивления (ОПСС).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Клинико-инструментальное обследование (табл. 1) показало многовариантность гемодинамических профилей у детей. В контрольной группе 67% детей имели эукинетический тип гемодинамики, 24,2% – гипо- и 9,1% – гиперкинетический. У пациентов с артериальной гипотонией существенно чаще по сравнению с контролем встречались гипокинетический (58,5%, $p < 0,05$) и гиперкинетический (11,5%) варианты, а нормодинамия миокарда – реже (30%).

По результатам исходной оценки систолической функции миокарда установлено, что у детей с эукинетическим типом гемодинамики показатели сократительной способности – фракция выброса и фракция укорочения – не отличались от показателей контрольной группы (табл. 1). Отмечалось снижение ОПСС на 22% за счет снижения среднего гемодинамического давления, повышение КДО левого желудочка и соответственно УО и УИ (табл. 1). В то же время сохранение систолической функции левого желудочка указывало на стабильность функционирования сердца и сохранение адаптационных возможностей сердечной мышцы. Диастолическая функция у этой группы пациентов была сохранена (табл. 1).

Проба с дозированной физической нагрузкой у пациентов с эукинетическим типом гемодинамики свидетельствовала об удовлетворительном резерве адаптации миокарда к нагрузке, так как показатели функционального состояния миокарда (фракция выброса и фракция укорочения) были в пределах возрастной нормы, и при проведении пробы они компенсаторно увеличились (табл. 2), что свидетельствует о сохранении приспособительных возможностей сердечно-сосудистой системы.

У подростков с гипокинетическим типом гемодинамики исходно имело место статистически значимое снижение среднего гемодинамического давления, а ОПСС при этом увеличивалось (табл. 1). Это указывает на адекватное соотношение внутрисердечных и сосудистых механизмов компенсации пониженного артериального давления. Гипокинетический тип гемодинамики характеризовался исходно низким функциональным состоянием сердечно-сосудистой системы со статистически значимым снижением показателей систолической функции по сравнению со здоровыми подростками (СИ, УИ, УО, МОК). Проба с дозированной физической нагрузкой у пациентов с гипокинезией миокарда выявила выраженную гиперреактивность сердечно-сосудистой системы. Происходило увеличение МОК и СИ почти в 2 раза, но эти показатели были достоверно ниже значений контрольной группы, что свидетельствовало о напряженной работе сердца и сосудов, направленной на поддержание среднего гемодинамического давления (табл. 2). Кроме того, отмечалось снижение сократительной функции миокарда, о чем свидетельствовало уменьшение фракции укорочения. Увеличение КДО в данном случае было расценено нами как компенсаторная реакция, отражающая возможность нормального растяжения мышечных волокон для последующего адекватного сокращения и обеспечения должной преднагрузки (в условиях уменьшения фракции укорочения).

При оценке диастолической функции левого желудочка у пациентов с гипокинезией миокарда скорости трансмитрального потока в фазе раннего диастолического наполнения (V_e) и в фазе систолы предсердий (V_a) в покое не отличались от значений контрольной группы (табл. 1). При пробе с дозированной физической нагрузкой выявлены признаки перераспределения потока в фазе систолы предсердий (табл. 2). Отмечено увеличение предсердного вклада в диастолическое наполнение левого желудочка ($V_a - 0,78 \pm 0,1$ и $0,52 \pm 0,02$ м/с), уменьшение соотношения V_e/V_a ($1,67 \pm 0,12$ и $2,44 \pm 0,15$). Мы полагаем, что выявленные отклонения связаны

Таблица 1. Показатели эхокардиографии в покое у подростков с артериальной гипотонией в зависимости от типа гемодинамики

Показатели	Контроль (n = 21)	Подростки с эукинетическим типом (n = 21)	Подростки с гипокинетическим типом (n = 41)	Подростки с гиперкинетическим типом (n = 8)
ЧСС	82,81±3,41	78,81 ± 2,85	70,79 ± 2,03	80,5 ± 3,4
ДЛП	26,23 ± 0,72	28,13 ± 0,74	26,52 ± 0,65	31,1 ± 1,27*
АД _{ср}	77,92 ± 2,6	74,76 ± 1,76	68,8 ± 0,82*	73,33 ± 1,82
ОПСС	1446,52 ± 111,11	1178,8 ± 40,67*	1754 ± 164,15*	962,25 ± 43,08*
ДЛЖ _д , мм	41,02 ± 1,05	43,5 ± 0,77	39,58 ± 1,09	46,8 ± 1,28*
ДЛЖ _с , мм	23 ± 0,75	23,76 ± 0,74	23,54 ± 0,7	23,62 ± 2,64
КДО, мм ³	75,64 ± 4,85	84,2 ± 3,41	69,78 ± 4,46	102,05 ± 3,24*
КСО, мм ³	18,69 ± 1,47	21,08 ± 1,39	20,89 ± 1,79	21,1 ± 2,0
ТМЖП, мм	7,45 ± 0,38	7,27 ± 0,27	7,15 ± 0,23	7,32 ± 0,41
ТЗСЛЖ, мм	6,98 ± 0,46	6,4 ± 0,57	7,09 ± 0,28	7,2 ± 0,6
ФВ, %	73,65 ± 1,48	74,3 ± 1,08	73,02 ± 0,85	75,5 ± 2,14
ФУ, %	43,77 ± 1,39	43,88 ± 1,93	40,54 ± 1,6	39,54 ± 4,22
УО, мл	56,95 ± 3,84	64,13 ± 2,88*	48,83 ± 3,54*	78,87 ± 3,98*
УИ, усл. ед.	41,46 ± 2,2	45,84 ± 1,63*	36,05 ± 1,91*	54,23 ± 0,97*
СИ, усл. ед.	3,42 ± 0,18	3,5 ± 0,06	2,53 ± 0,13*	4,35 ± 0,14*
МОК, л/мин	4,59 ± 0,26	4,89 ± 0,15	3,39 ± 0,2*	6,3 ± 0,26*
V _е , м/с	1,04 ± 0,03	0,99 ± 0,04	0,97 ± 0,04	0,87 ± 0,01*
V _а , м/с	0,48 ± 0,04	0,48 ± 0,02	0,52 ± 0,02	0,5 ± 0,04
V _е /V _а	2,27 ± 0,16	2,16 ± 0,13	2,44 ± 0,15	1,8 ± 0,15

Примечание. ЧСС – частота сердечных сокращений; ДЛП – диаметр левого предсердия; АД_{ср} – среднее гемодинамическое давление; ОПСС – общее сосудистое сопротивление; ДЛЖ_д – диаметр ЛЖ в диастолу; ДЛЖ_с – диаметр ЛЖ в систолу; КДО – конечный диастолический объем левого желудочка; КСО – конечный систолический объем левого желудочка; ТМЖП – толщина межжелудочковой перегородки; ТЗСЛЖ – толщина задней стенки левого желудочка; ФВ – фракция выброса, ФУ – фракция укорочения, УО – ударный объем; УИ – ударный индекс; МОК – минутный объем кровообращения, СИ – сердечный индекс, V_е – максимальная скорость раннего наполнения левого желудочка, V_а – максимальная скорость наполнения левого желудочка в период предсердной систолы. Статистическая значимость различий с контролем: * – p < 0,05.

с нарушением нейрогуморальной регуляции, характерной для детей с артериальной гипотонией. Все это может отражаться на способности миокарда к расслаблению и приводить к его ригидности. За счет меньшего накопления потенциальной энергии сжатия миокарда сердцу приходится работать в напряженном режиме, чтобы поддержать среднее гемодинамическое давление. В таких условиях системная гемодинамика при гипокинезии миокарда отреагировала адекватным изменением АД и увеличением ОПСС, что является компенсаторно-приспособительной реакцией. Повышение ОПСС при гипокинезии миокарда заставляет сердце работать в напряженном режиме, чтобы обеспечить нормальный ударный объем.

У подростков с гиперкинетическим типом гемодинамики имели место признаки гиперкинетического кардиального синдрома, подтверждающиеся функциональными эхокардиографическими параметрами: увеличение МОК, УО, УИ, СИ, КДО,

что мы расцениваем как проявление нейроциркуляторной нестабильности и компенсаторное снижение ОПСС (см. табл. 1). Повышение МОК и УО, по нашему мнению, было даже избыточным по отношению к функциональным возможностям сердечной мышцы. Однако сочетание депрессии периферического сосудистого сопротивления с высоким МОК можно расценивать как адаптивную реакцию, направленную на обеспечение продвижения через ткани относительно большей массы крови при низком АД.

Признаки гиперкинетического кардиального синдрома были выявлены также и у пациентов с эукинетическим типом гемодинамики. У детей с нормодинамией миокарда эхокардиографические признаки были выражены минимально, а ОПСС снижалось компенсаторно лишь на 22% (см. табл. 1), свидетельствуя о более экономичной работе миокарда, тогда как гиперкинетический вариант гемодинамики сопровождался значительным повышением УО, МОК, СИ и снижением

ОПСС на 50% от контрольных значений. Такое снижение может стать неблагоприятным фактором, особенно при физической нагрузке, так как значительное снижение сосудистого сопротивления может вызвать не только замедление кровотока, уменьшение венозного возврата, но и нарушение коронарного кровообращения. Это сопровождается уменьшением количества крови, притекающей к клеткам в единицу времени, их гипоксией и нарушением функции вплоть до гибели вследствие изменений перфузии тканей.

Гиперкинетический тип гемодинамики характеризовался также изменением диастолической функции левого желудочка: снижалась скорость раннего диастолического наполнения левого желудочка и, соответственно, соотношение V_e/V_a (см. табл. 1). Нарушение процессов расслабления миокарда приводило к тому, что в левом предсердии к моменту его сокращения оставался увеличенный объем крови и требовалось большее усилие и более высокий уровень давления в

предсердии для его перемещения. Происходила перегрузка предсердия, и начинался процесс увеличения его размеров за счет растяжения тонких стенок этой камеры сердца ($31,1 \pm 1,27$ мм).

Дозированная физическая нагрузка позволила выявить у подростков неадекватную реакцию сердечно-сосудистой системы со снижением УО, УИ, что свидетельствует об истощении адаптационных ресурсов сердечной мышцы. Признаки диастолической дисфункции после дозированной физической нагрузки у детей сохранялись (табл. 2), однако значительно возросла максимальная скорость раннего наполнения желудочка ($1,28 \pm 0,04$ м/с). По-видимому, это является компенсаторной реакцией, направленной на уменьшение перегрузки левого предсердия. Кроме того, после проведения пробы было выявлено снижение параметров, характеризующих сократительную функцию миокарда (фракции выброса и фракции укорочения), что было расценено как субкомпенсация функциональных резервов ми-

Таблица 2. Показатели эхокардиографии после дозированной физической нагрузки у подростков с артериальной гипотонией в зависимости от типа гемодинамики

Показатели	Контроль (n = 21)	Подростки с эукинетическим типом (n = 21)	Подростки с гипокинетическим типом (n = 41)	Подростки с гиперкинетическим типом (n = 8)
ЧСС	119,67 ± 3,8	110,62 ± 3,88	113,33 ± 13,27	111 ± 4,0
ДЛП	–	–	–	–
АД _{ср}	–	–	–	–
ОПСС	–	–	–	–
ДдЛЖ, мм	40,97 ± 1,43	40,85 ± 0,92	41,53 ± 1,81	45,5 ± 0,5*
ДсЛЖ, мм	18,39 ± 1,15	20,66 ± 0,78	21,38 ± 1,87	25,35 ± 0,5*
КДО, мм ³	71,33 ± 5,54	72,19 ± 3,7	77,13 ± 8,31	92,7 ± 0,3*
КСО, мм ³	10,88 ± 1,86	13,87 ± 1,4	13,95 ± 2,3	19,55 ± 0,45*
ТМЖП, мм	–	–	–	–
ТЗСЛЖ, мм	–	–	–	–
ФВ, %	85,67 ± 1,85	80,83 ± 1,3	82 ± 1,69	79,3 ± 2,15*
ФУ, %	55 ± 2,33	49,72 ± 1,54*	48,65 ± 2,11*	47,85 ± 0,15*
УО, мл	60,45 ± 4,49	58,32 ± 2,83	63,18 ± 6,52	73,4 ± 0,9*
УИ, усл. ед.	45,66 ± 4,06	42,37 ± 1,85	45,15 ± 2,71	50,78 ± 2,4
СИ, усл. ед.	5,6 ± 0,32	4,65 ± 0,15*	4,17 ± 0,38*	5,45 ± 0,04
МОК, л/мин	7,23 ± 0,57	6,39 ± 0,3	6,15 ± 0,35*	7,87 ± 0,3
V_e , м/с	1,07 ± 0,05	1,15 ± 0,05	1,14 ± 0,02	1,28 ± 0,04*
V_a , м/с	0,56 ± 0,05	0,54 ± 0,04	0,78 ± 0,1*	0,62 ± 0,05
V_e/V_a	2,13 ± 0,27	2,51 ± 0,32	1,67 ± 0,12*	2,16 ± 0,08

Примечание. ЧСС – частота сердечных сокращений; ДЛП – диаметр левого предсердия; АД_{ср} – среднее гемодинамическое давление; ОПСС – общее сосудистое сопротивление; ДЛЖ_д – диаметр ЛЖ в диастолу; ДЛЖ_с – диаметр ЛЖ в систолу; КДО – конечный диастолический объем левого желудочка; КСО – конечный систолический объем левого желудочка; ТМЖП – толщина межжелудочковой перегородки; ТЗСЛЖ – толщина задней стенки левого желудочка; ФВ – фракция выброса, ФУ – фракция укорочения, УО – ударный объем; УИ – ударный индекс; МОК – минутный объем кровообращения; СИ – сердечный индекс, V_e – максимальная скорость раннего наполнения левого желудочка, V_a – максимальная скорость наполнения левого желудочка в период предсердной систолы. Статистическая значимость различий с контролем: * – $p < 0,05$.

окарда и напряжение механизмов поддержания адекватной гемодинамики, вызвавшие гемодинамические нарушения при физической нагрузке.

ВЫВОДЫ

У больных с артериальной гипотонией наблюдаются разнообразие изменения центральной гемодинамики. У детей с нейроциркуляторной дистонией гипотензивного типа, имеющих эукинетический и гиперкинетический типы гемодинамики, выявлен гиперкинетический кардиальный синдром с характерными гемодинамическими изменениями: увеличением минутного и ударно-

го объема кровообращения, превосходящих метаболические потребности тканей; увеличением скорости изгнания крови из сердца и компенсаторным падением общего периферического сосудистого сопротивления. Гипокинетический тип характеризовался исходно низким функциональным состоянием сердечно-сосудистой системы. Таким образом, чем более выражены гемодинамические изменения в миокарде, тем интенсивнее напряжение механизмов поддержания адекватной гемодинамики и больше вероятность появления гемодинамических нарушений при физической нагрузке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Леонтьева, И. В. Лекции по кардиологии детского возраста. – М. : Медпрактика-М, 2005. – 536 с.
2. Леонтьева, И. В. Артериальная гипотония у детей и подростков // Цикл лекций по превентивной и профилактической педиатрии / под общ. ред. Ю. Е. Вельтищева. – М., 2005. – 62 с.
3. Центральная и периферическая гемодинамика у детей в норме и при патологии / А. И. Рывкин [и др.]. – Иваново : ГОУ ВПО ИвГМА Росздрава, 2010. – 188 с.
4. Рывкин, А. И. Практическая кардиоревматология для педиатра : рук-во для врачей / А. И. Рывкин, Е. Н. Андрианова. – Иваново, 2004. – 416 с.
5. Творогова, Т. М. Артериальная гипотония у детей и подростков / Т. М. Творогова, Н. А. Коровина // Рос. мед. журн. – Т. 15, № 21. – С. 1519.
6. Лабораторно-функциональные исследования и их оценка в практике педиатра : рук-во для врачей / под ред. А. И. Рывкина. – Иваново, 2003. – 265 с.