

Николаенко О.В., Климова Е.Е.

УДК 616.12-008.334-053.2

DOI 10.25694/URMJ.2019.12.14

## Особенности вегетативной регуляции и эндотелиальной функции периферических артерий у подростков с высоким нормальным АД и АГ

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Барнаул

Nikolaenko O.V., Klimova E.E.

### Features of autonomic regulation and endothelial function of peripheral arteries in adolescents with high normal blood pressure and hypertension

#### Резюме

В исследование были включены 139 подростков мужского пола среднего возраста 17 (16-17) лет: 54 подростка с высоким нормальным АД и 85 подростков со стабильной формой АГ I-II степени. С целью оценки функционального состояния эндотелия всем пациентам выполнена проба с постокклюзионной реактивной гиперемией. У пациентов с высоким нормальным АД сохраненная функция эндотелия периферических артерий по данным пробы постокклюзионной реактивной гиперемии выявлялась достоверно чаще, чем ее нарушение – в 74,1% и 25,9% соответственно, тогда как у подростков с АГ нормальная функция эндотелия и его дисфункция регистрировались практически одинаково часто – в 44,7% и 55,3% случаев соответственно. У пациентов с высоким нормальным АД и эндотелиальной дисфункцией выявлено угнетение протектирующего вегетативного регулирования в целом, и симпатического и вагусного, в результате, роли гуморально-метаболических влияний в синусовом узле, снижающих способность сердца реагировать на различные стимулы. У подростков с АГ с нормальной функцией эндотелия периферических артерий имело место снижение как симпатических, так и парасимпатических влияний на синусовый узел, а при наличии эндотелиальной дисфункции, – «сглаживание» вегетативного регулирования синусового узла и относительное увеличение вклада гуморально-метаболических воздействий.

**Ключевые слова:** Вегетативная регуляция, АД, АГ

#### Summary

The study included 139 middle-aged male adolescents aged 17 (16-17) years: 54 adolescents with high normal blood pressure and 85 adolescents with a stable form of hypertension of the I-II degree. In order to assess the functional state of the endothelium, all patients underwent a test with post-occlusive reactive hyperemia. In patients with high normal blood pressure, retained peripheral artery endothelial function according to the post-occlusion reactive hyperemia test was detected significantly more often than its violation – in 74.1% and 25.9%, respectively, while in adolescents with hypertension, normal endothelial function and its dysfunction were recorded almost equally often – in 44.7% and 55.3% of cases, respectively. In patients with high normal blood pressure and endothelial dysfunction, inhibition of protective autonomic regulation in general, and of the sympathetic and vagal, as a result, the role of humoral-metabolic influences in the sinus node, reducing the ability of the heart to respond to various stimuli, was revealed. In adolescents with hypertension with normal peripheral artery endothelial function, there was a decrease in both sympathetic and parasympathetic effects on the sinus node, and in the presence of endothelial dysfunction, “smoothing” of the autonomic regulation of the sinus node and a relative increase in the contribution of humoral-metabolic effects.

**Keywords:** autonomic regulation, blood pressure, hypertension

#### Введение

Артериальная гипертония является одной из актуальных медико-социальных проблем в современной медицине, что обусловлено не только широкой распространенностью в популяции, но и высоким риском сосудистых осложнений,

нарушающих трудоспособность людей самого активного возраста, способствующих инвалидизации, определяющих более половины всех случаев смерти взрослого населения [12, 4]. Тревожит и тот факт, что АГ существенно «помолодела» и ее развитие уже не является редкостью у детей и подростков.

По данным популяционных исследований, проведенных в нашей стране, частота АГ среди детей и подростков достигает 8-25% школьников [2]. При этом в подростковом возрасте артериальное давление (АД) сохраняется повышенным у 33 - 42% обследуемых лиц, а прогрессирующее течение АГ регистрируется у 17 - 25% подростков [1,7]. В настоящее время исследователями установлено, что появление АГ свойственно преимущественно ювенильному периоду, когда формируются нейрогенные и гуморальные механизмы регуляции сердечно-сосудистой системы и АД, и наблюдается мощный гормональный всплеск [7,11].

Подростковый возраст характеризуется напряжением адаптационных механизмов, связанных с нейрогуморальными изменениями и высокой частотой дисфункции вегетативной нервной системы (ВНС) как одной из основных патогенетических составляющих повышения АД и развития АГ. Актуальной проблемой кардиологии является также вопрос о роли эндотелиальной дисфункции, в качестве самостоятельного фактора развития АГ и способного ухудшить течение АГ [8,10, 13, 14,16]. При доказанности на современном этапе важности оценки морфофункционального состояния сосудистого русла и вегетативного гомеостаза при АГ [5,9], в исследованиях касающихся изучения этих аспектов у подростков при АГ этому вопросу не уделяется достаточного внимания. Практически не изученными до настоящего времени остаются вопросы, об участии вегетативной нервной системы в структурной перестройке сосудистого русла и развитии эндотелиальной дисфункции у подростков с АГ. Вышеизложенное определило цель настоящего исследования - выявить взаимосвязь между вегетативным гомеостазом и функциональным состоянием эндотелия у подростков с высоким нормальным АД и АГ.

## Материалы и методы

В исследование были включены 139 подростков мужского пола среднего возраста 17 (16÷17) лет. В соответствии с результатами, полученными при проведении суточного мониторирования артериального давления (СМАД), были сформированы 2 клинико-функциональные группы. В первую группу вошли 54 подростка с высоким нормальным АД. Вторую группу составили 85 подростков со стабильной формой АГ I-II степени. Общая характеристика пациентов, составивших клинические группы, представлена в табл. 1.

В исследование не вошли пациенты с избыточной массой тела, вторичным характером АГ, нарушениями углеводного обмена, нарушениями ритма, дислипидемией и гиперхолестеринемией, патологией почек и почечных артерий, с пороками сердца и подростки, профессионально занимающиеся спортом. Группа контроля формировалась целенаправленно из 40 подростков, средний возраст которых составил 17 (16÷17) лет, не имеющих хронических заболеваний оказывающих влияние на гемодинамические параметры. Пациенты, составившие контрольную группу, не отличались по возрасту и индексу массы тела от пациентов клинических групп.

Верификация диагноза АГ проводилась в соответствии с Рекомендациями Всероссийского научного общества кардиологов и Ассоциации детских кардиологов России (2008г). Для исключения феномена «гипертонии белого халата», достаточно часто встречающегося у пациентов подросткового возраста, пациентам с повышенными цифрами АД после сбора анамнеза назначалось суточное Холтер - мониторирование АД. Показатели суточного мониторирования АД определялись при 24-часовой регистрации с интервалами 30 минут в дневное время и 60 минут в ночное время суток.

Оценка уровня АД осуществлялась по таблицам перцентильного распределения АД с учетом возраста, роста, пола, предложенным экспертами Рабочей группы Национального института Сердца, Легких и Крови (США). В соответствии с данными рекомендациями, за нормальные значения АД принимались средние уровни САД и ДАД, которые были меньше 90-го перцентиля для данного возраста, пола и роста, повышенное АД регистрировалось, когда значения САД и/или ДАД, превышали 95 о/оо распределения показателя для соответствующего возраста, роста и пола.

Для оценки функционального состояния эндотелия выполнялась проба с постокклюзионной реактивной гиперемией (РГ) по классической методике предложенной Celermajer D.S. в модификации Ивановой О.В.[3,15] Нормальной реакцией считалась дилатация артерии на фоне пробы постокклюзионной реактивной гиперемии более чем на 10% от исходного диаметра, меньшее ее значение или вазоконстрикция считались патологическими и свидетельствовали о снижении вазомоторной функции эндотелия. Одновременно оценивалась усредненная по времени скорость кровотока. Величина объемной скорости кровотока вычислялась как произведение площади поперечного сечения сосуда на усредненную по времени скорость кровотока. Для стандартизации результатов пробы вычисляли показатель напряжения сдвига на эндотелий ( $\square$ ).

На втором этапе исследования для выявления взаимосвязи между состоянием вегетативного гомеостаза и функциональным состоянием эндотелия у подростков с высоким нормальным АД и АГ, пациенты клинических групп были разделены на подгруппы в зависимости от состояния эндотелия периферических артерий. Из 54 подростков клинической группы (I группа) с высоким нормальным АД были сформированы 2 подгруппы: 1-ую составили 40 пациентов с нормальной функцией эндотелия, среднего возраста 17 (15÷17) лет, во 2-ую - вошли 14 подростков среднего возраста 17 (16,5÷17) лет с дисфункцией эндотелия. Во II клинической группе пациентов с АГ были выделены 38 пациентов среднего возраста 17 (16,25÷17) лет с нормальной функцией эндотелия и 47 пациентов среднего возраста 16,5 (16÷17) лет с выявленной эндотелиальной дисфункцией.

Для оценки вегетативного гомеостаза, как индикатора адаптационных возможностей целостного организма, всем пациентам вошедших в исследование была выполнена кардиоритмография. Помимо стандартного

Таблица 1. Общая характеристика пациентов, составивших клинические группы

Показатель	Пациенты с высоким нормальным АД (n=54)	Пациенты с АГ (n=85)	P1-2
Возраст, лет	17 (16+17)	17 (16+17)	Н.д.
Индекс массы, кг/м <sup>2</sup>	23,7 (20,9+25)	23,5 (20,4+24,7)	н.д.
САД мм рт.ст.	142 (135+143)	164 (162+165)	0,05
ДАД мм рт.ст.	84 (80+90)	92 (89+93)	0,05
Стаж АГ	3,2(2,5-3,1)	3,5(2,4-3,3)	Н.д.

Таблица 2. Результаты пробы с реактивной гиперемией у подростков с высоким нормальным АД и АГ

Группы	Диаметр плечевой артерии (% к исходным значениям)			
	Исходно мм	Время, мин		
		1	2	5
Контроль n=40	4,28 ± 0,39	12,23 ± 8,73	12,45 ± 8,11	5,1 ± 0,55
Высокое нормальное АД n=54	4,21 ± 0,51	4,66 ± 0,81	7,73 ± 5,10	2,66 ± 8,13
АГ n=85	4,27 ± 0,68	3,42 ± 0,52	6,65 ± 2,27	6,81 ± 9,10
p 1-2	0,3	0,001	0,01	0,04
p 1-3	0,4	0,001	0,01	0,09
p 2-3	0,3	0,01	0,1	0,01

изучения вариантов вегетативного регулирования в состоянии покоя, для оценки функционального резерва ВНС нами проведен анализ типов вегетативного обеспечения деятельности сердца по результатам 10-минутной активной ортостатической пробы (АОП) [17]. Адекватное ВО - адекватное преобладание в положении стоя симпатической, а в положении лежа - парасимпатической регуляции сердечно-сосудистой системы. У здоровых эта форма отражает физиологический режим работы функциональных систем, у пациентов с АГ - указывает на сохранение адаптации при отсутствии выраженных изменений регуляторных механизмов.

Избыточное ВО - ослабление парасимпатических и усиление симпатических влияний. У здоровых эта форма отражает конституциональную направленность вегетативного тонуса без изменения вегетативного гомеостаза, у пациентов с АГ характеризует стадию субкомпенсации.

Сниженное ВО - особенность функционирования ВНС у здоровых. У пациентов с АГ характеризует ослабление механизмов ауторегуляции и, прежде всего симпатического отдела.

Выраженное снижение ВО - более тяжелая форма предыдущего варианта ВО.

Исследование вегетативной регуляции сердечного ритма проводилось с помощью диагностической системы «Нейрософт. Поли-Спектр» (г. Иваново) в одно и то же время суток (с 9 до 10 часов утра) после 10-минутного отдыха пациента в положении лежа. Оценивалась запись ЭКГ в течение 5 минут при спокойном дыхании в положении лежа.

Статистическая и математическая обработка результатов проводилась на персональном компьютере Intel Core 2 Duo с помощью пакета прикладных программ: «Microsoft Excel 2000», «Statistica 6.0».

## Результаты и обсуждение

Проведенный нами анализ динамики прироста диаметра плечевой и артерии в ответ на пробу РГ выявил явно выраженную разнонаправленность показателей у подростков контрольной группы и клинических групп: имеющих нормально высокие цифры АД и страдающих АГ подростков (таблица 2).

При сравнительном анализе значений прироста диаметра плечевой артерии при проведении пробы РГ у подростков с высоким нормальным АД и контрольной группы мы не выявили достоверных различий, хотя и прослеживалась явная тенденция к снижению данного показателя у первых. При этом следует отметить, что у подростков с высоким нормальным АД значения диаметра плечевой артерии хотя и имели недостоверно меньшие значения, чем в контроле однако кривая динамики его прироста после декомпрессии, имела сходный характер с динамикой прироста диаметра плечевой артерии в группе контроля - с 1-ой минуты пробы, что в сочетании с практически равнозначными с группой контроля значениями линейной скорости и явном снижении объемной скорости кровотока в плечевой артерии в течение всей пробы, может свидетельствовать о явной тенденции к нарушению вазоконстрикции у подростков с высоким нормальным АД.

У подростков с АГ кривая показателей динамики диаметра плечевой артерии в ответ на пробу значительно отличалась от таковой как в сравнении с контролем, так и с подростками с нормальным высоким АД. У подростков с АГ прирост диаметра плечевой артерии регистрировался лишь со 2-ой минуты после декомпрессии, что свидетельствует об инерционном типе реакции вазомоторной функции эндотелия на пробу с реактивной гиперемией. Кроме того, у подростков с АГ мы наблюдали отсутствие восстановления диаметра плечевой артерии к 5-ой минуте, что в сочетании с явным снижением объ-

**Таблица 3. Линейная скорость кровотока в плечевой артерии при проведении пробы с реактивной гиперемией у подростков с нормальным высоким АД и АГ**

Время, мин	Средняя скорость кровотока, м/сек			P <sub>1-2</sub>	P <sub>1-3</sub>	P <sub>2-3</sub>
	КГ n=40	Высокое нормальное АД n=54	АГ n=85			
Исходно	9,06 ± 4,10	7,43 ± 3,73	5,55 ± 2,73	0,3	0,05	0,4
1,0	9,56 ± 5,42	8,65 ± 3,22	8,52 ± 3,30	0,01	0,2	0,3
2,0	9,12 ± 4,41	6,79 ± 3,55	6,11 ± 3,75	0,01	0,001	0,2
5	8,48 ± 3,11	7,07 ± 3,15	5,88 ± 3,64	0,04	0,001	0,05

**Таблица 4. Объемная скорость кровотока в плечевой артерии при проведении пробы с реактивной гиперемией у подростков с нормальным высоким АД и АГ**

Время, мин	Объемная скорость кровотока, мл/сек			P <sub>1-2</sub>	P <sub>1-3</sub>	P <sub>2-3</sub>
	КГ n=40	Высокое нормальное АД n=54	АГ n=85			
исходно	148,3 ± 98,2	108,3 ± 62,5	84,2 ± 49,1	0,1	0,01	0,2
1	176,4 ± 102,6	142,4 ± 56,8	149,6 ± 88,2	0,06	0,1	0,3
2,0	172,8 ± 115,9	115,9 ± 68,7	123,4 ± 96,3	0,01	0,02	0,3
5	157,9 ± 104,9	116,9 ± 59,7	112,9 ± 88,7	0,03	0,02	0,4

емной скорости кровотока в плечевой артерии в течение всей пробы может свидетельствовать о ремоделировании сосудистого русла и нарушении эндотелиальной функции периферических артерий

Поскольку проба эндотелий-зависимой вазодилатации приводит к временной ишемии плечевой артерии, то при прекращении компрессии система магистральных сосудов стремится, как можно быстрее восстановить адекватное кровоснабжение ее в объеме, соответствующем первоначальному, в связи с этим временно возрастает скорость кровотока. При этом более низкие параметры объемной скорости кровотока у подростков с АГ являются следствием наличия эндотелиальной дисфункции и снижения локальных метаболических потребностей периферических тканей на фоне ангиопатии. Кроме того, различия в динамике показателей диаметра плечевой артерии линейной и объемной скорости у подростков с высоким нормальным АД и АГ, вероятно, связаны с различным фоновым состоянием тонуса сосудистого русла, имеющейся тенденцией к его повышению у подростков клинических групп, выраженностью эндотелиальной дисфункции, структурной перестройкой сосудистого русла, приводящей к монотипной реакции сосудистого русла в виде периферического вазоспазма различной степени выраженности.

Для стандартизации результатов пробы нами был вычислен коэффициент чувствительности эндотелия к напряжению сдвига. Этот коэффициент позволяет оценить выраженность дилататорной реакции в зависимости от силы гемодинамического удара (6). У подростков контрольной группы чувствительность плечевой артерии к напряжению сдвига на эндотелии составила 0,12±0,11, в то время как группе подростков с высоким нормальным АД и АГ 0,38±0,22 и 0,87±0,35, что достоверно выше, чем в контроле соответственно (p<0,001). Таким образом, способность к восстановлению исходных пара-

метров кровотока достоверно снижена как группе подростков с высоким нормальным АД, так и АГ.

Анализ частоты формирования различных типов реакции вазомоторной функции эндотелия на пробу с реактивной гиперемией в исследуемых клинических группах показал, что у подростков с высоким нормальным АД в 74,1% имел место положительный тип реакции вазомоторной функции эндотелия на пробу с реактивной гиперемией. В 22,2% случаев регистрировалась неполная вазодилатация, а в 3,7% - вазоконстрикторный тип реакции.

У подростков с АГ положительный и неполной вазодилатации типы реакции вазомоторной функции эндотелия на пробу с реактивной гиперемией регистрировались практически одинаково часто - в 44,7% и 48,2% случаев соответственно, вазоконстрикторный тип реакции выявлен в 7,1% случаев.

Таким образом, частота повреждения сосудистой стенки и развитие эндотелиальной дисфункции имеет место у каждого второго подростка с АГ и у каждого четвертого подростка с высоким нормальным АД.

При исследовании концентрации стабильных метаболитов оксида азота (NO<sub>2</sub> + NO<sub>3</sub>) у подростков с высоким нормальным АД и АГ, установлено снижение их концентрации у подростков с АГ и явная тенденция к снижению у подростков с высоким нормальным АД. Это в свою очередь может свидетельствовать в целом о тенденции и развитии нарушения базовой выработки NO в эндотелии соответственно на этапе формирования и развития АГ.

Аналогичные данные были получены и в отношении фактора Виллебранда, как маркера повреждения сосудов, концентрация которого у подростков с высоким нормальным АД имела тенденцию к увеличению (в сравнении с контролем) достигая достоверно значимого увеличения среди пациентов с АГ.

Таблица 5. Характеристика лабораторных показателей функции эндотелия в плазме крови у подростков высоким нормальным АД и АГ по отношению к контролю с поправкой на пол и возраст

Показатели	Контроль	Высокое нормальное АД N=20	АГ N=20	P1-2	P1-3	P1-3
NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> , мкмоль/л	25 ± 3,0	23,2 ±4,5	16,5 ± 8,1	0,1	0,001	0,003
Фактор Виллсбранда %	85,8±9,9%	102,1±14,7%	107,18±27,5%	0,001	0,001	0,3

Таблица 6. Исходный тонус вегетативной нервной системы у пациентов с высоким нормальным АД и АГ

Показатель	Контроль n=40	С высоким нормальным АД n=54	АГ n=85	P1-2	P1-3	P2-3
Эйтония	33 (82,5%)	37 (68,5%)	17 (20%)	0,05	0,001	0,001
Ваготония	5 (12,5%)	14 (25,9%)	65 (76,5%)	0,3	0,002	0,02
Симпатикотония	2 (5%)	3 (5,6%)	3 (3,5%)	Н.д.	Н.д.	Н.д.

Таблица 7. Сравнительная оценка типов вегетативного обеспечения у пациентов с высоким нормальным АД в зависимости от функции эндотелия периферических артерий по данным кардиоритмографии с АОП (%)

Типы ВО	Адекватное ВО	Избыточное ВО	Снижение ВО	Выраженное снижение ВО
Пациенты с высоким нормальным АД (n=54)	22 (40,7%)	25 (46,3%)	4 (7,4%)	3 (8,8%)
С высоким нормальным АД с нормальной функцией эндотелия (n=40)	16 (40%)	20 (50%)	2 (5%)	2 (5%)
С высоким нормальным АД с нарушением функции эндотелия (n=14)	6 (42,9%)**	5 (35,7%)*	2 (14,3%***)	1 (7,1%)*

\* $p < 0,05$  \*\* $p < 0,01$  \*\*\* $p < 0,001$  достоверность для группы пациентов с высоким нормальным АД и нормальной функцией эндотелия по сравнению с пациентами с высоким нормальным АД и дисфункцией эндотелия.

При исследовании вегетативного гомеостаза у подростков с высоким нормальным АД и стабильной АГ установлено, что состояние вегетативной эйтонии встречалось практически одинаково часто среди пациентов с высоким нормальным АД и в группе контроля (в 68,5% и 82,5% случаев соответственно), и достоверно чаще, чем среди пациентов со стабильной АГ (в 68,5% и 20% случаев соответственно;  $p < 0,001$ ). (Таблица 6)

Симпатикотония у пациентов с высоким нормальным АД и АГ диагностировалась достаточно редко и практически с равной частотой среди пациентов с высоким нормальным АД и АГ (5,6% и 3,5% соответственно).

Напротив, ваготония среди пациентов с высоким нормальным АД встречалась также часто как в контрольной группе, тогда как у подростков с АГ достоверно

чаще, как в сравнении с контролем ( $p=0,002$ ), так и пациентами группы с высоким нормальным АД ( $p=0,02$ ).

При сравнительном анализе вариантов вегетативного обеспечения по данным кардиоритмографии с АОП у подростков с высоким нормальным АД в зависимости от состояния эндотелия периферических артерий установлено, что адекватное вегетативное обеспечение у пациентов исследуемой клинической группы регистрировалось достоверно чаще при наличии эндотелиальной дисфункции чем без нее - в 43,5% и 45,4% случаев соответственно ( $p < 0,01$ ). Тогда как избыточное ВО встречалось достоверно чаще у подростков с нормальной функцией эндотелия, чем с ее нарушением ( $p < 0,05$ ) (Таблица 7).

Снижение ВО отмечалось у 5% пациентов с нор-

**Таблица 8. Сравнительная оценка типов вегетативного обеспечения у пациентов с АГ в зависимости от функции эндотелия периферических артерий (%)**

Типы ВО	Адекватное ВО	Избыточное ВО	Снижение ВО	Выраженное снижение ВО
АГ (n=85)	63 (74,1%)	7 (8,23%)	10 (11,8%)	5 (5,9%)
АГ с нормальной функцией эндотелия (n=38)	21 (55,3%)	7 (18,4%)*	10 (26,3%)*	0 (0%)
АГ с эндотелиальной дисфункцией (n=47)	42 (89,4%)	0 (0%)	0 (0%)	5 (10,6%)*

\*  $p < 0,001$  достоверность для группы пациентов с АГ и нормальной функцией эндотелия по сравнению с пациентами с АГ и дисфункцией эндотелия

мальным высоким АД без нарушения функции периферических артерий и у 14,3% подростков с эндотелиальной дисфункцией, что значимо выше у пациентов с эндотелиальной дисфункцией ( $p < 0,001$ ). Аналогичные данные получены и в отношении выраженного снижения ВО, которое достоверно чаще регистрировалось у пациентов с высоким нормальным АД с эндотелиальной дисфункцией, чем при сохраненной функции эндотелия периферических артерий ( $p < 0,05$ ). Данные сравнительного анализа типов вегетативного обеспечения у пациентов с высоким нормальным АД свидетельствуют о том, что, адекватное вегетативное обеспечение встречалось достоверно реже у подростков с нарушением эндотелиальной функции, тогда как избыточное ВО встречалось в 2 раза чаще у подростков с нормальной функцией эндотелия, чем с ее нарушением, что может свидетельствовать об угнетении протектирующего вегетативного регулирования в целом, и симпатического и вагусного, в результате, роли гуморально-метаболических влияний в синусовом узле, снижающих способность сердца реагировать на различные стимулы у пациентов с высоким нормальным АД и эндотелиальной дисфункцией.

В таблице 8 приведены данные сравнительного анализа типов вегетативного обеспечения у подростков с АГ, имеющих нормальную функцию эндотелия и ее нарушение.

Как видно из данных представленных в таблице 8 у пациентов с АГ без нарушения эндотелиальной функции периферических артерий адекватное вегетативное обеспечение встречалось в половине случаев (55,3%), тогда как избыточное ВО и сниженное ВО - достоверно реже: в 18,4% и 26,3% случаев соответственно. Среди подростков с АГ с нарушенной функцией эндотелия

адекватное вегетативное обеспечение регистрировалось практически также часто как у подростков с АГ без эндотелиальной дисфункции (в 89,4% против 55,3% случаев соответственно), но в отличие от последних в 10,6% случаев имело место, выраженное снижение ВО. Полученные данные указывают на то, что при развитии эндотелиальной дисфункции, имеет место «сглаживание» вегетативного регулирования синусового узла и относительно увеличивается вклад гуморально-метаболических воздействий. Однако следует отметить, что у пациентов с АГ и нормальной функцией эндотелия имело место снижение как симпатических, так и парасимпатических влияний на синусовый узел.

## Выводы

1. Частота повреждения сосудистой стенки и развитие эндотелиальной дисфункции имеет место у каждого второго подростка с АГ (в 55,3% случаев) и у каждого четвертого подростка с высоким нормальным АД (в 25,9% случаев).

2. При исследовании концентрации стабильных метаболитов оксида азота ( $\text{NO}_2 + \text{NO}_3$ ) в клинических группах, регистрировалось снижение их концентрации как у подростков с АГ и явная тенденция к снижению у подростков с высоким нормальным АД, что может свидетельствовать в целом о тенденции и развитии нарушения базовой выработки NO в эндотелии соответственно на этапе формирования и развития АГ.

3. Состояние вегетативного гомеостаза у подростков с высоким нормальным АД и АГ не оказывает выраженного влияния на ремоделирование сосудистого русла с развитием эндотелиальной дисфункции. ■

## Литература:

1. Автандилов А.Г. Артериальная гипертензия у подростков мужского пола / А.Г. Автандилов. - М.: Медицина, 1997. - 286 с.
2. Александров А.А. Артериальная гипертензия у детей и подростков / А. Александров, О. Кисляк, И. Леонтьева [и др.] // Медицинская газета. - 2009. - 18 февр. - С. 9.
3. Иванова О.В. Состояние эндотелийзависимой вазодилатации плечевой артерии у больных гипертонической болезнью, оцениваемое с помощью ультразвука высокого разрешения / О.В. Иванова, Т.В. Балахонова, Г.Н. Соболева [и др.] // Кардиология. -

1997. – № 7. – С. 41-46.
4. Кобалава Ж.Д. Фенотипы артериального давления у молодых мужчин / Ж.Д. Кобалава, Ю.В. Котовская, Р.Ю. Кобзев // Кардиология. - 2009. - № 12. - С. 23 - 28
  5. Киселева Т.А. Безболевая ишемия миокарда у пациентов с гипертонической болезнью и различным суточным профилем артериального давления с учетом вариабельности сердечного ритма и характера ремоделирования левых камер сердца : дис. ... канд. мед. наук : 14.00.06 / Киселева Татьяна Александровна; Уральская гос. мед. акад.- Екатеринбург, 2007. - 129 с.
  6. Лелюк В.Г. Ультразвуковая ангиология / В.Г. Лелюк, С.Э. Лелюк. - 2-ое изд. доп. перераб.- М.: Реальное время, 2003. - 336 с.
  7. Леонтьева И.В. Лекции по кардиологии детского возраста / И.В. Леонтьева. - М.: ИД МЕДПРАКТИКА, 2005. - 536 с.
  8. Моисеев В.С. АРГУС: Артериальная гипертония у лиц старших возрастных групп / В.С. Моисеев, Ж.Д. Кобалава. - ООО Медицинское информационное агентство. - Москва : Б.и., 2002. - 448с.
  9. Небериедзе Д.В. Гиперактивность симпатической нервной системы : клиническое значение и перспективы коррекции / Д.В. Небериедзе, Р.Г. Оганов // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. - 2004. - № 3. - С. 94 - 99.
  10. Небериедзе Д.В. Дисфункция эндотелия: клиническое значение и ее коррекция при артериальной гипертензии / Д.В. Небериедзе // Трудный пациент. - 2005. - Том 3. - № 3. - С. 7 - 11.
  11. Петров В.И. Артериальная гипертензия у детей и подростков: руководство для врачей / В.И. Петров, М.Я. Ледяев. - Волгоград, 1999. - 280 с.
  12. Чазова И.Е. Лечение АГ как профилактика сердечно-сосудистых осложнений / И.Е. Чазова // Журнал Сердечная недостаточность. - 2002. - Том 3. - № 1. - С. 14- 16.
  13. Шляхто Е.В. Патогенез гипертонической болезни / Е.В. Шляхто // Сердечная недостаточность. - 2002. - Том 3. - № 1. - С. 12 - 13.
  14. Boutouyrie P. Aortic stiffness is an independent predictor of primary coronary events in hypertensive patients: a longitudinal study / P. Boutouyrie, A.I. Tropeano, R. Asmar // Hypertension. - 2002. - Vol. 39. - № 1. - P.10 - 15.
  15. Celermajer D.S. Non-invasive detection of endothelial dysfunction in children and adults at risk of atherosclerosis / D.S. Celermajer, K.E. Sorensen, V.M. Gooch // Lancet. - 1997. - Vol. 340. - № 8828. - P. 1111-1115.
  16. Leri A. Myocyte proliferation and ventricular remodeling / A. Leri, J. Kajstura, P. Anversa // J. Card. Fail.- 2002. - Vol. 8. - P. 518 - 525.
  17. Task Force of the European of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability. Standarts of Measurements, Physiological Interpretation, and Clinical Use / Circulation. - 1996. - Vol. 93. - P. 1043 - 1065.