

---

# КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

---

**Е. И. Волчанский, Е. Л. Снигур, М. Е. Стаценко**

Кафедра детских болезней педиатрического факультета, кафедра внутренних болезней педиатрического и стоматологического факультета ВолГМУ

## **ПОКАЗАТЕЛИ СИСТЕМНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ И ФУНКЦИИ ЭНДОТЕЛИЯ У МОЛОДЫХ ПАЦИЕНТОВ С ВЫСОКИМ НОРМАЛЬНЫМ АРТЕРИАЛЬНЫМ ДАВЛЕНИЕМ**

УДК 616.12-008.331.1-053.8+611-018.74

У 52 пациентов молодого возраста с высоким нормальным артериальным давлением (ВНАД) определяли состояние сосудистого тонуса, эндотелиальной функции и центральной гемодинамики методом реовазографии и ультразвукового исследования насосной функции сердца. Выявлено достоверное увеличение сосудистого тонуса у 55,7 % обследуемых с ВНАД, повышенная встречаемость гиперкинетического типа гемодинамики, что позволяет отнести этих пациентов к группе риска развития гипертонической болезни.

*Ключевые слова:* эндотелиальная дисфункция, центральная гемодинамика, высокое нормальное артериальное давление, сосудистый тонус.

---

**E. I. Volchansky, E. L. Snigur, M. E. Statsenko**

## **INDICATORS OF SYSTEMIC HEMODYNAMICS AND ENDOTHELIAL FUNCTION IN YOUNG PATIENTS WITH HIGH NORMAL BLOOD PRESSURE**

In 52 young patients with high normal blood pressure their vascular tone state, endothelial function and central hemodynamics were determined using rheovasography and ultrasound examination of the heart pumping ability. We revealed a significant increase in vascular tone in 55,7% of the patients with high-normal blood pressure, and higher incidence of the hyperkinetic type of hemodynamics, which make possible to ascribe these patients to the hypertension risk group.

*Key words:* endothelial dysfunction, high normal blood pressure, vascular tone, central hemodynamics.

---

В настоящее время значения артериального давления (АД) в пределах высокого нормального, по классификации ВНОК 2008 года, считаются неблагоприятными для развития сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) [8]. Исследованиями было показано, что, начиная с уровня 115/75 мм рт. ст., повышение АД на каждые 20/10 мм рт. ст. увеличивает риск развития ССЗ в 2 раза [11]. Некоторые авторы указывают на необходимость особого контроля и формирования отдельной группы риска для пациентов с ВНАД [4, 5].

В развитии артериальной гипертензии (АГ) ведущую роль играют патологические изменения на уровне микроциркуляторного русла (МЦР). Многие исследователи изучают свойства сосудов крупного и среднего калибра с помощью измере-

ния скорости пульсовой волны (СПВ) при дуплексном ультразвуковом сканировании [6]. Известно, что АД формируется в большей своей части на уровне микроциркуляторного русла (МЦР) [7]. Дисфункцию эндотелия (ЭД) расценивают как важнейшее звено регуляции АД и развития АГ [1, 3].

В периоде становления АГ происходит возрастание ударного объема (УО), минутного объема кровообращения (МОК) и сердечного индекса (СИ), которые свидетельствуют о преобладании гиперкинетического типа кровообращения у больных на начальных стадиях АГ.

В литературе встречается мало работ, посвященных взаимосвязи центральной гемодинамики с эндотелиальной функцией (ЭФ) у молодых лиц с ВНАД.

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Оценить состояние артериолярного звена и параметров центральной гемодинамики у молодых пациентов с высоким нормальным АД.

**МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ**

В исследовании принимало участие 102 человека, из них 52 пациента с ВНАД [28 мужчин и 24 женщины; средний возраст обследуемых составил  $(24,3 \pm 1,8)$  года]: критериями включения были величины систолического (САД) и диастолического (ДАД) артериального давления в пределах 130—139 мм рт. ст. для САД и 85—89 мм рт. ст. для ДАД. Центральная гемодинамика изучалась у 50 здоровых молодых людей (в возрасте от 18 до 28 лет) методом эхокардиографии на аппарате «Vivid 7 Demension». Определяли ударный объем (УО, мл), минутный объем кровообращения (МОК, л/мин) и сердечный индекс (СИ, л/мин/м<sup>2</sup>). За эукинетический тип гемодинамики (ЭуТГ) приняты значения УО =  $77,5 \pm 3,4$  мл; МОК =  $5,6 \pm 0,17$  л/мин; СИ =  $2,8 \pm 0,22$  л/мин/м<sup>2</sup>. За гипокинетический тип гемодинамики (ГТГ) приняты показатели УО =  $69,75 \pm 3,06$ ; МОК =  $5,04 \pm 0,16$ ; СИ =  $2,52 \pm 0,15$  л/мин/м<sup>2</sup>. За гиперкинетический тип гемодинамики (ГрТГ) приняты показатели УО =  $85,25 \pm 3,74$  мл; МОК =  $6,1 \pm 0,18$  л/мин; СИ =  $3,09 \pm 0,44$  л/мин/м<sup>2</sup>.

С целью определения прогностической ценности и чувствительности используемого метода определения артериолярного тонуса (АТ) и эндотелиальной функции (ЭФ) в исследование включена группа сравнения больных II стадии гипертонической болезни (ГБ) в количестве 45 человек (27 мужчин, 18 женщин, в возрасте от 35 до 45 лет). Все пациенты проходили обследование в клинике. Запись АТ осуществлялась при отсутствии антигипертензивной терапии или при ее прекращении на 10—12 дней.

Состояние тонуса артериол исследовали методом реовазографии с расчетом показателей по оригинальной методике [2]. Эндотелиальная дисфункция определялась путем применения пробы с реактивной гиперемией и окклюзией кровотока [9, 10].

Фактические величины ЭЗВД и ЭЗВК вычислялись путем суммирования исходных и резервных показателей (после проведения проб).

При статистической обработке полученных данных использовалась ранговая корреляция по Спирмену и критерий достоверности Стьюдента.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

По результатам анализа показателей АТ мы выделили 2 группы пациентов: первую группу составили 29 человек (55,7 %) (17 мужчин и 12 женщин) с повышенным АД до

$(2579,1 \pm 173,5)$  единиц (при нормативе  $1450,0 \pm 100,0$  для мужчин и  $1262,0 \pm 100,0$  для женщин); вторую группу составили 23 человека (44,3 %) (11 мужчин и 12 женщин) со сниженными или нормальными значениями АТ в среднем до  $(1226,1 \pm 90,3)$  единиц.

Показатели функции эндотелия (ЭЗВК и ЭЗВД) у подростков с ВНАД при различных значениях сосудистого тонуса представлены в табл. 1.

ТАБЛИЦА 1

**Величины сосудистого тонуса артериол и функции эндотелия у молодых лиц с высоким нормальным АД**

Пациенты	Исходный тонус артериол АТ ед. до пробы			Функциональные пробы, %			
	пол	должный	фактический	должная ЭЗВД	фактическая ЭЗВД	должная ЭЗВК	фактическая ЭЗВК
Молодые лица с повышенным АД $n = 29$	М	$1450 \pm 150$	$2579,0 \pm 84,3$	-42,0	-26,0	+25,0	+101,0
	Ж	$1262 \pm 100$	$1764,0 \pm 65,2$	-48,0	-38,0	+27,0	+72,0
Молодые лица со сниженным АД $n = 23$	М	$1450 \pm 150$	$1226,0 \pm 80,0$	-42,0	-52,0	+25,0	+23,0
	Ж	$1262 \pm 100$	$1022,0 \pm 45,8$	-48,0	-56,0	+27,0	+23,0

Примечание. Различия между должными и фактическими значениями АТ, ЭЗВД и ЭЗВК статистически достоверны ( $p = 0,01—0,05$ ).

Нами было установлено, что в 1-й группе пациентов с ВНАД отмечается повышение АТ на 502 единицы у женщин и 1129 единиц у мужчин по сравнению с нормальными (долженствующими) величинами. Суммарная (фактическая) ЭЗВК была повышена на 45 % у женщин и 76 % у мужчин. Способность к ЭЗВД была истощена у женщин на 10 % и у мужчин на 16 %. Полученные данные свидетельствуют о выраженной эндотелиальной дисфункции в виде повышения ЭЗВК и истощения ЭЗВД.

У молодых лиц с ВНАД во 2-й группе отмечается снижение АТ у мужчин на 224 единицы и у женщин на 240 единиц по сравнению с нормой. Суммарная ЭЗВК не превышала нормативные значения у всех обследуемых. Суммарная ЭЗВД после проведения реактивной гиперемии увеличена по сравнению с нормой у всех обследуемых лиц с ВНАД: у мужчин напряжение ЭЗВД составило 10 %, а у женщин — 8 % от норм.

Увеличение ЭЗВД возможно расценить как скрытую эндотелиальную дисфункцию у пациентов с ВНАД, имеющих нормальные и низкие значения АТ.

Множественный корреляционный анализ между показателями гемодинамики, СМАД и ЭФ у молодых лиц с ВНАД в 1-й группе представлен в табл. 2.

ТАБЛИЦА 2

**Корреляционная связь между показателями СМАД, центральной гемодинамики и функции эндотелия у молодых лиц с высоким нормальным АД при повышенных значениях сосудистого тонуса**

Показатели	САД среднее, мм рт. ст.	ДАД среднее, мм рт. ст.	АТ, ед.	СИ, %	ЭЗВК суммар- ная, %	ЭЗВД суммар- ная, %	УО, мл	МОК, л/мин	СИ, л/мин/м <sup>2</sup>
САД среднее, мм рт. ст.		+0,31	+0,7	-0,64	+0,74	-0,37	+0,64	+0,72	+0,49
ДАД среднее, мм рт. ст.	+0,31		+0,65	-0,52	+0,53	-0,56	+0,41	+0,39	+0,38
АТ, ед.	+0,7	+0,65		-0,28	+0,87	-0,68	-0,76	-0,65	-0,58
СИ, %	-0,64	-0,52	-0,48		-0,44	+0,51	-0,33	-0,4	-0,38
ЭЗВК суммарная, %	+0,74	+0,53	+0,87	-0,44		-0,2	-0,59	-0,44	-0,62
ЭЗВД суммарная, %	-0,37	-0,56	-0,68	+0,51	-0,2		+0,38	+0,3	+0,59
УО, мл	+0,64	+0,41	-0,46	-0,33	-0,59	+0,38		+0,46	+0,55
МОК, л/мин	+0,72	+0,39	-0,35	-0,4	-0,44	+0,3	+0,46		+0,44
СИ, л/мин/м <sup>2</sup>	+0,49	+0,38	-0,48	-0,38	-0,62	+0,59	+0,55	+0,44	

Примечание. Значимая корреляционная связь соответствует значениям  $r = \pm 0,3$  при  $p < 0,05$ ; СИ (%) — показатель суточного индекса при СМАД; СИ (л/мин/м<sup>2</sup>) — показатель центральной гемодинамики.

Установлено, что у пациентов с повышенным сосудистым тонусом отмечается средняя и сильная прямая взаимосвязь между показателями АТ и средними значениями САД/ДАД, ЭЗВК; сильная и средняя отрицательная связь между АТ и ЭЗВК и показателями МОК, УО и СИ. Показатели ЭЗВД в 1-й группе пациентов с ВНАД имеют отрицательную корреляци-

онную связь между параметрами СМАД и АТ, в то же время отмечается прямая средняя связь с показателями центральной гемодинамики — МОК, СИ, УО.

Множественный корреляционный анализ параметров центральной гемодинамики, АТ, ЭЗВД и ЭЗВК во 2-й группе пациентов с ВНАД представлен в табл. 3.

ТАБЛИЦА 3

**Корреляционная связь между показателями СМАД, центральной гемодинамики и функции эндотелия у молодых лиц с высоким нормальным АД при нормальных и низких значениях сосудистого тонуса**

Показатели	САД среднее, мм рт. ст.	ДАД среднее, мм рт. ст.	АТ, ед.	СИ, %	ЭЗВК суммар- ная, %	ЭЗВД суммар- ная, %	УО, мл	МОК, л/мин	СИ, л/мин/м <sup>2</sup>
САД среднее, мм рт. ст.		+0,29	+0,36	-0,59	+0,54	-0,27	+0,48	+0,52	+0,39
ДАД среднее, мм рт. ст.	+0,29		+0,35	-0,48	+0,33	-0,46	+0,36	+0,27	+0,4
АТ, ед.	+0,36	+0,35		-0,33	+0,49	-0,35	-0,57	-0,65	-0,52
СИ, %	-0,59	-0,48	-0,33		-0,34	+0,6	-0,35	-0,38	-0,4
ЭЗВК суммарная, %	+0,54	+0,33	+0,49	-0,34		-0,22	-0,69	-0,74	-0,58
ЭЗВД суммарная, %	-0,27	-0,46	-0,35	+0,6	-0,22		+0,68	+0,56	+0,62
УО, мл	+0,48	+0,36	-0,57	-0,35	-0,69	+0,68		+0,48	+0,61
МОК, л/мин	+0,52	+0,27	-0,65	-0,38	-0,74	+0,56	+0,48		+0,58
СИ, л/мин/м <sup>2</sup>	+0,39	+0,4	-0,52	-0,4	-0,58	+0,62	+0,61	+0,58	

Примечание. Значимая корреляционная связь соответствует значениям  $r = \pm 0,3$  при  $p < 0,05$ .

У пациентов с нормальным и низким сосудистым тонусом отмечается слабая и средняя прямая корреляционная связь между АТ, средними значениями САД/ДАД, ЭЗВК (различия между группами достоверны при  $p < 0,05$ ). Установлена выраженная обратная связь между параметрами центральной гемодинамики и ЭЗВД, что указывает на более плотную зависимость между насосной функцией сердца и ЭЗВД у пациентов с низкими и нормальными значениями сосудистого тонуса.

Анализ параметров центральной гемодинамики в 1-й группе представлен на рис. 1. Обнаружено, что у 50 % имелся ЭуТГ (УО = 77,5 ± 3,4 мл; МОК = 5,6 ± 0,17 л/мин; СИ = 2,8 ± 0,22 л/мин/м<sup>2</sup>); у 40 % — ГТГ (УО = 69,75 ± 3,06; МОК = 5,04 ± 0,16; СИ = 2,52 ± 0,15 л/мин/м<sup>2</sup>); у 10 % — ГрТГ (УО = 85,25 ± 3,74 мл; МОК = 6,1 ± 0,18 л/мин; СИ = 3,09 ± 0,44 л/мин/м<sup>2</sup>).

Таким образом, у пациентов с ВНАД, повышенным сосудистым тонусом отмечается преобладание ГТГ и ЭуТГ.

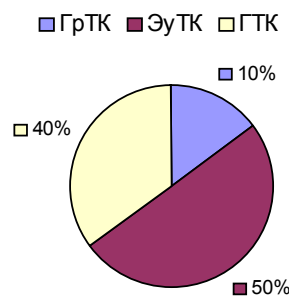


Рис. 1 Распределение типов гемодинамики среди пациентов с ВНАД с повышенным АД (1-я группа)

Анализ параметров центральной гемодинамики во 2-й группе представлен на рис. 2. Установ-

лено, что у 72 % молодых лиц с ВНАД имеется ГрТК (УО =  $66,52 \pm 7,3$  мл; МОК =  $5,53 \pm 3,22$  л/мин; СИ =  $3,67 \pm 1,18$  л/мин/м<sup>2</sup>); у 25 % отмечался ЭуТГ (УО =  $51,4 \pm 6,2$  мл; МОК =  $3,78 \pm 1,61$  л/мин; СИ =  $2,78 \pm 0,12$  л/мин/м<sup>2</sup>); у 3 % обнаружен ГТГ (УО =  $45,68 \pm 3,8$ ; МОК =  $3,43 \pm 0,76$ ; СИ =  $2,51 \pm 0,16$  л/мин/м<sup>2</sup>).

■ ГрТК ■ ЭуТГ □ ГТГ

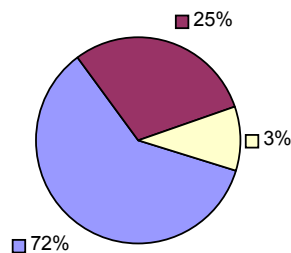


Рис. 2 Распределение типов гемодинамики среди подростков со сниженным и нормальным АТ (2-я группа)

Полученные данные свидетельствуют о преобладании гиперкинетического типа гемодинамики у пациентов с нормальным и сниженным АТ.

Оценено сравнение метода определения АТ и ЭЗВК с результатами исследования у больных ГБ II стадии

По данным сравнительного анализа определен ряд значений. **Чувствительность** метода определения ЭЗВК составила **97 %**. Показатель чувствительности характеризует степень выявления ЭЗВК у пациентов с ГБ II стадии. Специфичность метода равна **44,2 %** как показатель истинного отсутствия ЭЗВК у пациентов с ВНАД. В данном случае он указывает на тот факт, что у **44,2 %** пациентов с ВНАД характерная для ГБ II стадии вазоконстрикция достоверно отсутствует. **Прогностическая ценность положительного результата метода** составила **60,2 %**. Данный показатель указывает на достоверное увеличение ЭЗВК у **60,2 %** пациентов с ВНАД с последующим возможным развитием ГБ. **Прогностическая ценность отрицательного результата метода** равна **95,1 %**. Данный результат указывает на то, что у **44,2 %** пациентов с низким АТ отсутствует состояние, характерное для ГБ II стадии с высокой степенью точности до **95,1 %**. **Индекс точности** составил **69 %**. Данный показатель характеризует

величину истинноположительных и истинноотрицательных результатов, то есть повышенной ЭЗВК или отсутствие таковой со степенью точности **69 %**.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. У 55,7 % молодых лиц с ВНАД выявлено повышение сосудистого тонуса, проявление выраженной эндотелиальной дисфункции в виде увеличения ЭЗВК, истощения ЭЗВД, отмечается преобладание эу- и гипокинетического типа кровообращения, плотная достоверная корреляционная связь между ЭЗВК и показателями гемодинамики.

2. У 44,3 % молодых пациентов с ВНАД имелся нормальный и сниженный артериолярный тонус, напряжение ЭЗВД, преобладание гиперкинетического типа кровообращения, выявлена сильная достоверная корреляционная связь между показателями гемодинамики и ЭЗВД.

3. У молодых лиц с ВНАД выявлена достоверно повышенная степень риска развития ГБ у 60,2 % обследованных, точность прогноза которой составляет 69 %.

4. У 44,2 % молодых лиц с ВНАД прогностическое значение отрицательного результата составило 95,1 %, что дает возможность исключить ГБ или угрозу ее развития в настоящее время.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Волчанский Е. И., Стаценко М. Е., Снигур Е. Л. // Пермский медицинский журнал. — 2008. — № 1 (25). — С. 49—53.
2. Волчанский Е. И. // Бюл. изобретений и открытий. — 1985. — № 23—24.
3. Кобалава Ж. Д., Котовская Ю. В. // Кардиология. — 2006. — № 10. — С. 51—57.
4. Люсов В. А., Харченко В. И., Мишнев О. Д. // Рос. кард. журн. — 2007. — № 6. — С. 6—21.
5. Лямина Н. П., Долотовская П. В. // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. — 2005. — № 4 (6). — С. 16—21.
6. Лямина Н. П.; Брояка Н. А.; Лямина С. В. // Вестн. ВолГМУ. — 2008. — № 4. — С. 44—47.
7. Мухтарова А. Н., Никитина Н. Н. // Клиническая медицина. — 2007. — № 12. — С. 39—42.
8. Chobanian A. V., Bakris G. L. // J. A. M. A. — 2003. — № 289. — P. 2560—2572.
9. Celermajer D. J., Sorensen K. E., Gooch V. M., et al. // Lancet. — 1992. — № 340. — P. 1111—1115.
10. Asmar R. G., Panner B., Santoni J. P., et al. // Circulation. — 1988. — Vol. 78. — P. 941—50.
11. Vasan R. S., Larson M. G. et al. // Lancet. — 2001. № 358. — P. 1682—1686.