

УДК 612.014

**Н.К. Саваневский<sup>1</sup>, Г.Е. Хомич<sup>2</sup>, Е.Н. Саваневская<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>канд. биол. наук, доц. каф. анатомии, физиологии и безопасности человека  
Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

<sup>2</sup>канд. биол. наук, доц. каф. анатомии, физиологии и безопасности человека  
Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

<sup>3</sup>студент биологического факультета  
Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

## **СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫЕ РЕАКЦИИ НА ПОСТУРАЛЬНЫЕ ПРОБЫ У ДЕВУШЕК С ДИСТОНУСОМ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ**

*У девушек, имеющих диагноз вегето-сосудистая дистония, при изменении положения тела в пространстве кровеносные сосуды нижних конечностей практически не участвуют в компенсаторном антигравитационном перераспределении крови.*

### **Введение**

В организме человека деятельность всех внутренних органов контролируется вегетативной нервной системой (ВНС), включающей симпатический и парасимпатический отделы. Симпатические и парасимпатические влияния оказывают почти всегда противоположное действие на работу органов. В норме эти влияния уравновешенны, но как только нарушается равновесие между ними, возникает дисбаланс в работе, что может привести к развитию вегето-сосудистой дистонии (ВСД).

Вегетативная нервная система, иннервирующая весь организм, тесно взаимодействует с кровеносными сосудами, также густо имеющимися в любом органе человека. Большинство вегетативных эффектов в организме осуществляется через изменение тонуса мелких и крупных кровеносных сосудов, кровообращения как в целом, так и в отдельных тканях и органах. Поэтому дисфункция ВНС, как правило, сопровождается нарушением адекватности сосудистого тонуса в ответ на предъявляемые нагрузки и перегрузки внутренней и внешней среды [1; 2].

Нарушение вегетативной регуляции приводит к развитию синдрома ВСД. Исследование реакции со стороны тонуса мелких и крупных кровеносных сосудов, частоты пульса, кровяного давления на внешние нагрузки у молодых людей с ВСД имеет существенное значение для оптимизации их жизнедеятельности. Обнаружено [3; 4], что гемодинамический фон во многом определяет направленность и выраженность ответных реакций кровеносной системы на ортостатические и антиортостатические нагрузки.

### **Объект и методика исследований**

В данной работе проведено сравнительное исследование основных показателей вегетативной регуляции кровообращения и гемодинамических характеристик у девушек с разным тонусом мелких и крупных кровеносных сосудов нижних конечностей. Согласно медицинскому диагнозу, у одной из девушек наблюдалась ВСД. Ее вегетативные и гемодинамические показатели в состоянии покоя при ортостатической и антиортостатической пробах сравнивались с такими же показателями у другой девушки, не имевшей жалоб на сердечно-сосудистую систему и по фоновым значениям тонуса сосудов ног близкой к показателям девушки с ВСД.

В качестве функциональной дозированной нагрузки на кровеносную систему применялись 5-минутная ортостатическая проба, а также перевод тела обследуемой

в положение вниз головой под углом  $30^\circ$  к горизонту (антиортостатическая проба) и нахождение ее в этом положении в течение 1 минуты.

По методике А.А. Астахова [5] на полифункциональном мониторе кровенаполнения «Кентавр-1» импедансометрическим способом с каждым ударом пульса измерялись гемодинамические показатели сердечно-сосудистой системы, в том числе амплитуда револны большого пальца ноги (АРП), амплитуда револны голени (АРГ), амплитуда револны легких (АРЛ), частота сердечных сокращений (ЧСС) и систолическое артериальное давление (САД). Также рассчитывались вариационный размах кардиоинтервалов ( $\Delta X$ ), мода кардиоинтервалов ( $M_o$ ), амплитуда моды ( $A M_o$ ), индекс вегетативного равновесия (ИВР), вегетативный показатель ритма (ВПР), индекс напряжения регуляторных систем Баевского (ИН), показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР) и показатель двойного произведения (ДП), или индекс Робинсона.

Обследуемая девушка во время эксперимента помещалась на электродное одеяло, закрепленное на поворотном столе. Ее фиксировали к крышке поворотного стола, которая могла поворачиваться на  $90^\circ$  в вертикальной плоскости. Электроды накладывались на спину, грудь, плечевые и бедренные отделы конечностей, на голень и большой палец правой ноги. Электрическое сопротивление, или импеданс, тканей между электродами измерялось с помощью реографа Р4-02. С четырех каналов реографа сигналы поступали в монитор кровенаполнения «Кентавр-1», где производилась их автоматическая компьютерная обработка. Статистическую обработку результатов проводили по  $t$ -критерию Стьюдента.

### **Результаты исследований и их обсуждение**

При переходе из горизонтального положения в вертикальное циркулирующая кровь под действием гравитационных сил устремляется в нижние части тела, что уменьшает кровоснабжение органов, расположенных в верхней половине тела. Однако резкого уменьшения кровотока не наблюдается в основном в связи с сужением сосудов (вазоконстрикцией), учащением частоты сердцебиений в результате нейроэндокринных реакций [6].

Известно [5; 7], что по величине АРП можно судить о тоне и, соответственно, о кровенаполнении мелких кровеносных сосудов, по АРГ – крупных кровеносных сосудов нижних конечностей, а по АРЛ – о тоне и кровенаполнении сосудов легких. Было установлено, что у девушки, не имевшей жалоб на состояния сердечно-сосудистой системы (1-я испытуемая), в горизонтальном положении в состоянии покоя средняя АРП равнялась 21,3 мОм, АРГ – 30,9 мОм (таблица 1). Пассивный перевод испытуемой в вертикальное положение вызывал на 1–2 минутах ортостаза достоверное уменьшение значений АРП в 4,6 раза, а АРГ в 3,0 раза, что свидетельствовало о резком сужении микро- и макрососудов. На 4–5 минутах нахождения в вертикальном положении вазоконстрикция слегка уменьшалась, однако показатели АРП были в ортостазе ниже, чем в горизонтальном положении, на 1–2 минутах в 3,6 раза, а АРГ – в 2,8 раза.

Полученные данные свидетельствуют, что компенсаторные антигравитационные реакции мелких и крупных кровеносных сосудов нижних конечностей у 1-й испытуемой осуществляются адекватно, препятствуют оттоку крови от головы и сердца, обеспечивая тем самым нормальное кровоснабжение верхней половины тела. При этом в кровеносных сосудах легких отмечались фазные сосудодвигательные реакции, о чем судили по изменениям АРЛ.

По-иному реагировали сосуды у девушки с ВСД (2-я испытуемая). Было установлено, что в горизонтальном положении в состоянии покоя у девушки с ВСД средняя АРП равнялась 17,0 мОм, а АРГ – 28,6 мОм (таблица 2). Во время нахождения 2-й испытуемой в вертикальном положении происходило не компенсаторное сужение крове-

носных сосудов нижних конечностей, а их растяжение притекающей кровью, приливающей к ногам вследствие гравитации. Об этом судили по величинам АРП и АРГ. Так, на 1–2 минутах ортостаза наблюдалось достоверное увеличение значений АРП и АРГ, соответственно на 32,9% и 35,0%, а на 4–5 минутах – в 3,3 раза и в 8,5 раза. Отсутствие компенсаторных сосудосуживающих реакций вследствие недостаточного тонуса кровеносных сосудов характерно для людей, страдающих одной из разновидностей ВСД. Достоверного изменения тонуса кровеносных сосудов легких не обнаруживалось, о чем свидетельствовали показатели АРЛ.

Таблица 1. – Изменения АРП, АРГ, АРЛ, ЧСС, САД, Мо, АМо, ΔХ, ИВР, ВПР, ИН, ПАПР и ДП при различных положениях в пространстве девушки с нормальным статусом вегето-сосудистой регуляции

Показатели	Горизонтальное положение (фон перед ортостазом)	1–2-я минуты ортостаза	4–5-я минуты ортостаза	Горизонтальное положение (фон перед антиортостазом)	Нахождение в антиортостазе
АРП, мОм	21,3±0,11	4,6±0,26	6,0±0,50	24,4±0,14	33,0±0,58
АРГ, мОм	30,9±0,14	10,4±0,32	11,1±0,30	32,3±0,17	41,7±0,47
АРЛ, мОм	555,0±9,84	536,0±13,26	679,1±11,36	608,9±5,53	668,5±9,79
ЧСС, уд/мин	74,9±0,39	94,8±0,63	98,6±0,40	67,9±0,43	69,9±0,71
САД, мм рт. ст.	118,9±0,47	152,5±0,94	152,9±0,62	113,1±0,54	56,0±1,32
Мо, с	0,77	0,63	0,61	0,85	0,86
АМо, %	12	11	14	14	10,3
ΔХ, с	0,15	0,14	0,08	0,16	0,20
ИВР	80,0	76,9	175,0	87,5	51,5
ВПР	0,26	0,23	0,17	0,20	0,20
ПАПР	15,6	17,6	23,1	16,5	12,0
ИН	51,9	61,5	144,4	51,5	29,9
ДП	89,1	144,6	150,8	76,8	39,1

При переходе человека из вертикального в горизонтальное положение гидростатическое давление крови в нижней половине тела снижается. Происходит перераспределение крови между нижней и верхней половиной тела. Кровенаполнение ног снижается на 30–40%. Уменьшается и содержание крови в нижней половине туловища. Кровенаполнение мозга напротив увеличивается на 20%. Значительно облегчается и усиливается венозный возврат крови из нижней половины тела, на 20–40% возрастает минутный объем кровообращения, увеличивается кровенаполнение верхней половины туловища и снижается нагрузка на сосудистое русло нижней части тела. Помимо этого, в положении лежа происходит расслабление мышц ног, снижение тонуса мышц живота и внутрибрюшного давления, а следовательно, и давления на наружную поверхность сосудов в этих частях тела [8].

Второй применявшейся нами постуральной пробой был пассивный перевод испытуемых в положение вниз головой (антиортостаз) под углом 30° к горизонту. При выполнении односторонней антиортостатической пробы 1-й испытуемой наблюдалось компенсаторное снижение тонуса и расширение мелких и крупных кровеносных сосудов ног. На это указывало достоверное увеличение АРП с 24,4 мОм до 33,0 мОм,

или на 35,2%, а АРГ с 32,3 мОм до 41,7 мОм, или на 29,1% (таблица 1). Слегка увеличивалось кровенаполнение сосудов легких, о чем свидетельствовал рост АРЛ на 9,8%.

Противоположная картина обнаруживалась у 2-й испытуемой, страдающей ВСД. У нее в антиортостазе не происходило компенсаторного увеличения просвета мелких и крупных кровеносных сосудов нижних конечностей с целью депонирования крови и препятствия ее чрезмерному притоку к сердцу и верхней половине тела. Наоборот, наблюдалось сужение микрососудистого русла, о чем судили по уменьшению АРП с 25,3 мОм до 18,7 мОм, или на 26,1% (таблица 2). Изменение тонуса АРГ и АРЛ не было достоверным.

Таблица 2. – Изменения АРП, АРГ, АРЛ, ЧСС, САД, Мо, АМо, ΔХ, ИВР, ВПР, ИН, ПАПР и ДП при различных положениях в пространстве девушки с ВСД

Показатели	Горизонтальное положение (фон перед ортостазом)	1–2-я минуты ортостаза	4–5-я минуты ортостаза	Горизонтальное положение (фон перед антиортостазом)	Нахождение в антиортостазе
АРП, мОм	17,0±0,17	22,6±0,79	56,6±1,27	25,3±0,23	18,7±0,42
АРГ, мОм	28,6±0,22	38,6±0,91	244,2±5,66	47,3±0,54	46,9±0,64
АРЛ, мОм	594,0±21,75	508,5±34,62	591,0±23,62	522,0±21,11	554,4±21,13
ЧСС, уд/мин	65,3±0,53	70,2±0,58	75,6±0,50	58,9±0,49	60,3±0,56
САД, мм рт. ст.	105,9±0,86	132,6±0,96	116,3±4,69	104,4±0,94	31,4±2,12
Мо, с	0,98	0,88	0,81	1,07	1,05
АМо, %	11	11	11	14	16
ΔХ, с	0,25	0,2	0,14	0,21	0,21
ИВР	44,0	55,0	78,6	66,7	76,2
ВПР	0,19	0,22	0,13	0,19	0,23
ПАПР	11,2	12,5	13,6	13,1	15,2
ИН	22,4	31,3	48,5	31,2	36,3
ДП	69,2	93,1	87,9	61,5	18,9

Исследование ЧСС и САД показало наличие однонаправленных изменений у обеих испытуемых. При выполнении ортостатической пробы ЧСС и САД достоверно увеличивались. При нахождении в антиортостазе значения ЧСС достоверно не отличались от таковых в горизонтальном положении, а САД достоверно уменьшалось у 1-й испытуемой в 2 раза, а у 2-й испытуемой – в 3,3 раза (таблицы 1, 2). Менее выраженное уменьшение артериального давления у девушки с нормальным статусом вегето-сосудистой регуляции по сравнению со 2-й испытуемой обеспечивает, по-видимому, более адекватное кровоснабжение организма.

Для анализа вегетативной регуляции сердечного ритма для каждой испытуемой строилась кривая распределения кардиоинтервалов и определялись ее основные характеристики, т.е. Мо, АМо и ΔХ. Мо – это наиболее часто встречающиеся значения кардиоинтервалов. Физиологическим смыслом Мо является отражение активности функционирования гуморального канала регуляции.

АМо – это число кардиоинтервалов в процентах от их общего количества, соответствующим значению Мо. Этот показатель отражает стабилизирующий эффект централизации управления ритмом сердца, который в основном обусловлен влиянием симпатического отдела ВНС. АМо характеризует нервный канал регуляции. Среднее значе-

ние длительности сердечного цикла обратно пропорционально ЧСС и рассматривается как показатель уровня функционирования сердечно-сосудистой системы.  $\Delta X$  показывает степень вариативности значений кардиоинтервалов, отражает суммарный эффект регуляции ритма сердца вегетативной нервной системой и является показателем, преимущественно связанным с состоянием парасимпатического отдела ВНС.

Сравнение значений  $M_0$ ,  $AM_0$  и  $\Delta X$  у обеих испытуемых показало, что в состоянии покоя и при выполнении постуральных проб активность гуморального канала регуляции была выше у девушки с ВСД. Также у нее было сильнее выражено влияние симпатического отдела ВНС в положении головы вниз под углом  $30^\circ$  к горизонту. Как в состоянии покоя, так и при выполнении ортостатической и антиортостатической пробы значения  $\Delta X$  были ниже у 1-й испытуемой, имевшей нормальный статус вегето-сосудистой регуляции (таблицы 1, 2).

Характеристикой баланса симпатических и парасимпатических влияний на синусовый сердечный ритм служат ИВР и ВПР, а ПАПР отражает соответствие между активностью симпатического отдела ВНС и уровнем функционирования синусового узла. Результаты нашего исследования показали, что при выполнении ортостатической пробы симпатические влияния на кардиоритм возрастали у обеих испытуемых. В антиортостатическом положении по сравнению с горизонтальным положением у 1-й испытуемой симпатические влияния значимо уменьшались, а у 2-й испытуемой достоверно увеличивались, о чем судили по значениям ИВР, ВПР и ПАПР (таблицы 1, 2).

Индекс напряжения регуляторных систем (индекс Баевского) характеризует активность механизмов симпатической регуляции, состояние центрального контура регуляции, показывает степень централизации в управлении сердечным ритмом. В норме, в спокойном состоянии, сердечный ритм преимущественно регулируется собственным синусовым водителем ритма и теми местными влияниями, которые поступают от симпатических и парасимпатических ганглиев, а также уровнем некоторых гормонов в крови. При этом ЧСС волнообразно меняется, разброс времени между отдельными ударами сердца достаточно велик и значения ИН низкие.

В состояниях, требующих повышенной готовности, быстроты реакции, при усилении симпатической регуляции во время психических или физических нагрузок, при стрессе и некоторых патологических состояниях к регуляции сердечного ритма подключаются более высоко организованные нервные структуры: ствол и кора головного мозга. Кардиоритм стабилизируется, уменьшается разброс длительности кардиоинтервалов, увеличивается количество одинаковых по времени интервалов, что выражается в увеличении значений ИН. В результате сравнения показателей ИН у испытуемых обнаружилось, что выполнение ортостатической пробы усиливало симпатическую регуляцию у обеих испытуемых, что выражалось в увеличении значений ИН (таблицы 1, 2). Пассивный перевод девушек с помощью поворотного стола в положение антиортостаза приводил к разнонаправленным сдвигам: у 1-й испытуемой величина ИН уменьшалась в 1,7 раза, а у 2-й испытуемой возрастала на 16,3%.

Показатель двойного произведения (ДП), или индекс Робинсона, характеризует систолическую работу сердца. Чем больше этот показатель на пике физической нагрузки, тем больше функциональная способность мышц сердца. По этому показателю косвенно можно судить о потреблении кислорода миокардом.

Результаты нашего исследования показали, что у девушки с нормальным статусом вегето-сосудистой регуляции по сравнению с испытуемой, страдающей ВСД, и в состоянии покоя в горизонтальном положении, и при выполнении ортостатической и антиортостатической проб значения ДП были достоверно выше (таблицы 1, 2). Это свидетельствует о более интенсивном потреблении кислорода сердечной мышцей и о ее лучшем функциональном состоянии.

### **Заклучение**

Полученные результаты показывают, что у девушки с дистонусом кровеносных сосудов нижних конечностей и медицинским диагнозом вегето-сосудистая дистония неадекватно проявляются сердечно-сосудистые реакции на постральные пробы. Наиболее ярко отклонения проявляются в изменениях тонуса мелких и крупных кровеносных сосудов нижних конечностей в ортостазе и антиортостазе и в вегетативной регуляции кардиоритма в антиортостатическом положении тела испытуемой.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Вейн, А. М. Вегето-сосудистая дистония / А. М. Вейн, А. Д. Соловьева, О. А. Колосова. – М. : Медицина, 1981. – 309 с.
2. Кучанская, А. В. Вегето-сосудистая дистония / А. В. Кучанская. – М. : Медицина, 2001. – 268 с.
3. Осадчий, Л. И. Влияние гипотензии на реактивность артериальной системы / Л. И. Осадчий, Т. В. Балужева, И. В. Сергеев // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. – 2000. – № 11. – С. 1521–1530.
4. Осадчий, Л. И. Сосудистые факторы ортостатических реакций системной гемодинамики / Л. И. Осадчий, Т. В. Балужева, И. В. Сергеев // Рос. физиол. журн. им. И. М. Сеченова. – 2003. – № 3. – С. 339–346.
5. Астахов, А. А. Физиологические основы биоимпедансного мониторинга гемодинамики и анестезиологии (с помощью системы «Кентавр») / А. А. Астахов. – Челябинск, 1996. – Ч. 1, 2. – 330 с.
6. Осадчий, Л. И. Положение тела и регуляция кровообращения / Л. И. Осадчий. – Л. : Наука, 1982. – 382 с.
7. Виноградова, Т. С. Инструментальные методы исследования сердечно-сосудистой системы / Т. С. Виноградова. – М. : Медицина, 1986. – 416 с.
8. Дониная, Ж. А. Межсистемные взаимоотношения дыхания и кровообращения / Ж. А. Дониная // Физиология человека. – 2011. – № 2. – С. 117–128.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 02.03.2015

***Savaneuski N.K., Khomich G.E., Savaneuskaya E.N. Cardiovascular Responses to Postural Tests by Young Weman with Peripheral Blood Vessels Dystone***

*The lower extremities blood vessels by the young weman with vegetative-vascular dystonia disease practically don't participate in compensatory antigravity reallocation of blood by changing the position of the body.*