

Изменения центрального кровотока при пассивной ортостатической пробе у взрослых здоровых лиц

М.А. Герасимова, Т.С. Карпикова, В.А. Семилетова, Е.В. Дорохов ✉, М.С. Нечаева

Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко, Воронеж, Россия

Аннотация. Выявлены изменения центрального кровотока при кратковременной пассивной ортостатической пробе у взрослых здоровых лиц. Пассивная ортостатическая проба проведена 30 студентам-добровольцам, возраст 18–20 лет. Исследованы показатели электрокардиограммы и реограммы. Анализ полученных данных проведен с помощью ПМО «Энцефалан-СА», программного пакета Excel 16 версии и IBM SPSS Statistics 26. Пациент после пребывания в горизонтальном положении переводился в полувертикальное, чем провоцировались вазовагальные (нейрокардиальные) изменения: амплитуда основной волны объемной реограммы и амплитуда дикротической волны зубца, а также время восходящей части реографической волны альфа и реографический индекс повышались. Снижение исследуемых показателей реограммы при принятии горизонтального положения могло указывать на увеличение жесткости сосудистой стенки и повышение сопротивления микроциркуляторного русла. Изменения диастолического артериального давления могли быть связаны с увеличением сопротивления периферических сосудов в процессе вертикализации, а также с уменьшением величины венозного возврата после пятиминутного выполнения ортостатической пробы. Выявленные изменения центрального кровотока, АД при проведении пассивной ортостатической пробы у взрослых позволили выявить лица с вегетативной дисфункцией.

Ключевые слова: пассивная ортостатическая проба, центральный кровоток, реограмма

Original article

doi: <https://doi.org/10.19163/1994-9480-2024-21-1-26-29>

Changes in central blood flow during passive orthostatic testing in healthy adults

M.A. Gerasimova, T.S. Karpikova, V.A. Semiletova, E.V. Dorokhov ✉, M.S. Nechaeva

Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Voronezh, Russia

Abstract. Changes in the central blood flow were revealed during a short-term passive orthostatic test in healthy adults. Passive orthostatic test was carried out on 30 student volunteers, aged 18–20 years. Parameters of electrocardiogram and rheogram were studied. The analysis of the obtained data was carried out using the Encephalan-SA software package, the Excel 16 software package, and IBM SPSS Statistics 26. After staying in a horizontal position, the patient was transferred to a semi-vertical position, which provoked vasovagal (neurocardial) changes: the amplitude of the main wave of the volumetric rheogram and the amplitude of the dicrotic tooth, as well as the time of the ascending part of the alpha rheographic wave and the rheographic index increased. A decrease in the studied parameters of the rheogram when taking a horizontal position could indicate an increase in the rigidity of the vascular wall and an increase in the resistance of the microvasculature. Changes in diastolic blood pressure could be associated with an increase in peripheral vascular resistance during verticalization, as well as with a decrease in venous return after a 5-minute orthostatic test. The revealed changes in the central blood flow, blood pressure during a passive orthostatic test in adults made it possible to identify individuals with autonomic dysfunction.

Keywords: passive orthostatic test, central blood flow, rheogram

В настоящее время лица молодого возраста все чаще сталкиваются с дисфункцией вегетативной нервной системы и сердечно-сосудистой системы, что может проявляться в виде синкопальных состояний, связанных с нарушениями кровотока в мозге. Однако существует простой и доступный метод мониторинга сердечно-сосудистой системы и уровня активации вегетативной нервной системы – пассивная ортостатическая проба. Каждый человек имеет уникальный гемодинамический статус в состоянии покоя, который мо-

жет изменяться под влиянием факторов окружающей среды и функционального состояния организма [1]. Эта проба позволяет изучать уровень мобилизации внутренних ресурсов организма в условиях вертикализации испытуемых [2, 3]. Показатели, полученные при проведении пассивной ортостатической пробы, могут быть использованы для дальнейшего изучения фармакологических способов влияния на компенсаторные реакции организма и диагностики сердечно-сосудистых заболеваний.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Выявить изменения центрального кровотока при кратковременной пассивной ортостатической пробе у взрослых здоровых лиц.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании приняли участие 30 студентов-добровольцев, возраст от 18 до 20 лет. Все испытуемые были проинформированы о каждом этапе проведения исследования и подписали информированное согласие на участие в нем. Исследование соответствовало этическим стандартам, разработанным в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 года и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 266.

Основной критерий включения студентов в экспериментальную группу – отсутствие заболеваний сердечно-сосудистой системы и расстройств вестибулярного аппарата.

Пассивная ортостатическая проба представляла собой размещение испытуемого на специальном ортостолу, зафиксированном в горизонтальном положении. Испытуемые фиксировались двумя ремнями-удерживателями. Регистрация показателей производилась в горизонтальном положении в течение 5 минут, далее следовала вертикализация испытуемого на 75 градусов и регистрация показателей в течение 5 минут, после испытуемого вновь возвращали в исходное горизонтальное положение и регистрировали показатели в течение 5 минут. Основными исследуемыми показателями при пассивной ортостатической пробе являлись: показатели электрокардиограммы (ЭКГ, I отведение), реограммы (РЕО, электроды накладывались над бровями и на области сосцевидных отростков). Анализ полученных данных проведен с помощью ПМО «Энцефалан-СА», программного пакета Excel 16 версии и IBM SPSS Statistics 26.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Проведен анализ поэтапной динамики исследуемых параметров: состояние покоя лежа («Фон-1») – ортостатическая проба («Вертикаль») – состояние покоя лежа («Фон-2») (таблица).

Выявлено, что в процессе вертикализации амплитуда основной волны объемной реограммы (A2) значительно возрастала по сравнению с функциональным состоянием «Фон-1», что, как мы полагаем, отражало увеличение напряжения сосудистой стенки под действием притекающей крови. При возвращении в исходное функциональное состояние «Фон-2» амплитуда основной волны объемной реограммы (A2) значительно снижалась.

Дикротическая волна (A4) также в процессе вертикализации значительно возрастала, а при возвращении в исходное функциональное состояние значительно снижалась.

Диастолическое артериальное давление (АДД) значительно возросло в функциональном состоянии «Вертикаль» по сравнению с АДД в функциональном состоянии «Фон-1», а затем в функциональном состоянии «Фон-2» значительно снизилось по сравнению с функциональным состоянием «Вертикаль», что отражало увеличение сопротивления периферических сосудов в процессе вертикализации.

Динамика параметров реограммы при пассивной ортостатической пробе

Параметры	Q1	Me	Q3
A2(1)	10,000	11,000	15,000
A2(B)	12,00	16,00	18,00
A2(2)	11,25	15,00	18,00
A4(1)	3,250	6,000	8,750
A4(B)	6,25	8,00	12,00
A4(2)	4,25	7,00	9,75
α (1)	3,000	3,750	4,000
α (B)	3,000	4,000	4,000
α (2)	3,000	3,000	4,000
β (1)	18,50	22,00	25,75
β (B)	17,00	18,50	24,50
β (2)	17,00	20,50	25,00
Адс(1)	117,50	127,00	132,50
Адс(B)	115,50	122,00	129,50
Адс(2)	116,50	124,00	134,00
Адд(1)	63,00	68,00	73,00
Адд(B)	70,00	75,00	82,00
Адд(2)	64,00	69,00	72,00

Достоверность отличий:

A2(1) – A2(B): $z = -3,553, p = 0$;

A2(2) – A2(1): $z = -2,53, p = 0,01$;

A4(1) – A4(B): $z = -3,478, p = 0,001$;

A4(2) – A4(B): $z = -2,506, p = 0,0012$

Адд(B) – Адд(1): $z = -2,549, p = 0,0011$

Адд(B) – Адд(2): $z = -2,527, p = 0,012$

Примечание: (1) – функциональное состояние Фон-1, (B) – функциональное состояние Вертикаль, (2) – функциональное состояние Фон-2.

Реографический индекс (РИ) в процессе вертикализации повышался и оставался достаточно высоким в функциональном состоянии «Фон-2» относительно функционального состояния «Фон-1», что свидетельствовало, как мы полагаем, о суммарном повышении кровенаполнения исследуемой области (см. рис.).

В процессе вертикализации диастолический индекс (ДИ) прогрессивно повышался от функционального

состояния «Фон-1» к функциональному состоянию «Фон-2», что свидетельствовало о повышении сосудистого тонуса вен и венул и затруднении венозного оттока в исследуемых областях.

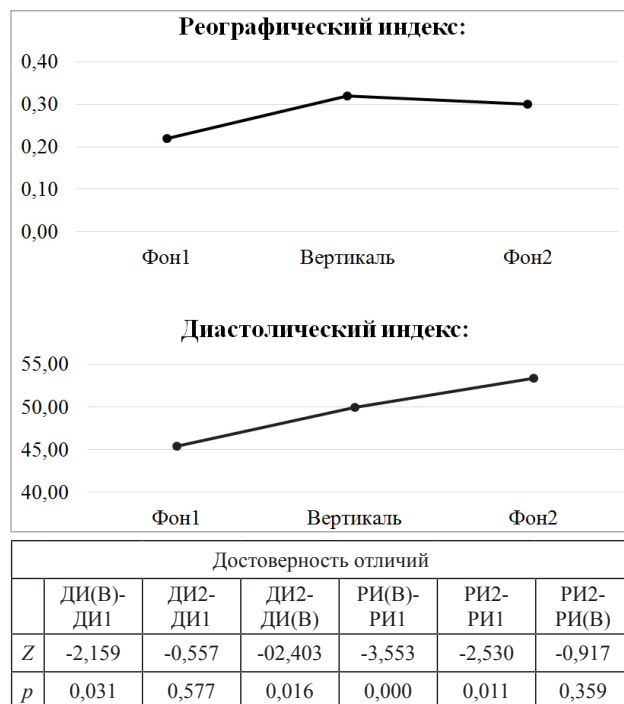


Рис. Динамика реографического и диастолического индексов при проведении пассивной ортостатической пробы

В зависимости от динамики амплитуды основной волны объемной реограммы (A2), дикротической волны (A4), времени восходящей (α) и нисходящей части (β) реограммы при пассивной ортостатической пробе были выявлены 4 типа реограммы:

- 1-й тип – увеличение всех параметров реограммы (46 %);
- 2-й тип – увеличение амплитуды волн и снижение длительностей (38 %);
- 3-й тип – снижение всех параметров реограммы (8 %);
- 4-й тип – разнонаправленные изменения (8 %).

Следовательно, с помощью специального поворотного стола пациент после пребывания в горизонтальном положении переводится в полувертикальное, чем провоцируются вазовагальные (нейрокардиальные) изменения: амплитуда основной волны объемной реограммы и амплитуда дикротического зубца, а также время восходящей части реографической волны альфа и реографический индекс (РИ) повышаются. Активные факторы контроля микроциркуляции (эндотелиальный, миогенный и нейрогенный механизмы регуляции просвета сосудов, тонуса сосудов), как мы полагаем, модулируют поток крови со стороны сосудистой стенки и реализуются через ее мышечный компонент.

Снижение исследуемых показателей реограммы при принятии горизонтального положения может указывать на увеличение жесткости сосудистой стенки и повышение сопротивления микроциркуляторного русла [2].

Отмечалось возрастание диастолического артериального давления в функциональном состоянии «Вертикаль» по сравнению с АДД в функциональном состоянии «Фон-1», с последующим его снижением в функциональном состоянии «Фон-2». Это могло быть связано с увеличением сопротивления периферических сосудов в процессе вертикализации, а также уменьшением величины венозного возврата после 5-минутного выполнения ортостатической пробы [1, 2].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявленные изменения центрального кровотока, АДД при проведении пассивной ортостатической пробы у взрослых позволяют выявить лиц с проявлениями вегетативной дисфункции, сформировать группы риска развития вегетативной дисфункции и назначить пациентам адекватную терапию.

Кроме того, кратковременная пассивная ортостатическая проба может использоваться как провокационная проба при исследовании механизмов воздействия отдельных немедикаментозных методов для восстановления вегетативного баланса.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бапинаев А.А. Оценка влияния ортостатической пробы на вегетативные функции организма военнослужащих. *Известия Российской военно-медицинской академии*. 2022;41(S2):51–54.
2. Батищева Г.А., Ушаков И.Б., Чернов Ю.Н. Системные гемодинамические реакции при пассивной ортостатической пробе. *Медицина труда и промышленная экология*. 2006; 1:32–37.
3. Карпикова Т.С., Семилетова В.А., Дорохов Е.В. Некоторые психофизиологические параметры человека при проведении пассивной ортостатической пробы. *Медико-физиологические проблемы экологии человека: материалы VIII Всероссийской конференции с международным участием, Ульяновск, 01–04 декабря 2021 года*. Ульяновск: Ульяновский государственный университет, 2021. С. 104–107.

REFERENCES

1. Bapinaev A.A. Assessment of orthostatic test influence on vegetative functions of servicemen. *Izvestiya Rossijskoj voenno-meditsinskoj akademii = Russian Military Medical Academy Reports*. 2022;41(S2):51–54. (In Russ.).
2. Batischeva G.A., Ushakov I.B., Chernov Y.N. Systemic hemodynamic reactions at passive orthostatic test. *Medicina truda i promyshlennaya ekologiya = Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2006;1:32–37. (In Russ.).
3. Karpikova T.S., Semiletova V.A., Dorokhov E.V. Some psychophysiological parameters of man during passive

orthostatic test. *Materialy VIII Vserossiiskoi konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, Ulyanovsk, 01–04 dekabrya 2021 goda* = *Medico-physiological problems of human ecology* :

Materials of VIII All-Russian Conference with international participation, Ulyanovsk, 01–04 December 2021. Ulyanovsk; Ulyanovsk State University, 2021:104–107. (In Russ.).

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Информация об авторах

Мария Андреевна Герасимова – ассистент кафедры нормальной физиологии, Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко, Воронеж, Россия; marrrria@yandex.ru

Татьяна Сергеевна Карпикова – студентка лечебного факультета, Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко, Воронеж, Россия; karpikovats@yandex.ru

Вера Алексеевна Семилетова – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры нормальной физиологии, Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко, Воронеж, Россия; vera2307@mail.ru

Евгений Владимирович Дорохов – кандидат медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой нормальной физиологии, Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко, Воронеж, Россия; ✉ dorofov@mail.ru

Марина Сергеевна Нечаева – кандидат биологических наук, доцент кафедры нормальной физиологии, Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко, Воронеж, Россия; mar-y-ana@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 21.06.2023; одобрена после рецензирования 17.10.2023; принята к публикации 15.02.2024.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Information about the authors

Maria A. Gerasimova – Assistant of the Department of Normal Physiology, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Voronezh, Russia; marrrria@yandex.ru

Tatyana S. Karpikova – student of the Faculty of Medicine, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Voronezh, Russia; karpikovats@yandex.ru

Vera A. Semiletova – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Normal Physiology, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Voronezh, Russia; vera2307@mail.ru

Evgeny V. Dorokhov – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Normal Physiology, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Voronezh, Russia; ✉ dorofov@mail.ru

Marina S. Nechaeva – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Normal Physiology, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Voronezh, Russia; mar-y-ana@yandex.ru

The article was submitted 21.06.2023; approved after reviewing 17.10.2023; accepted for publication 15.02.2024.