

Маланьева Зарина Александровна

*студент, медицинский факультет, Чувашский государственный
университет имени И.Н. Ульянова,*

РФ, г. Чебоксары

Хайрутдинова Гульназ Рузалитовна

*студент, медицинский факультет, Чувашский государственный
университет имени И.Н. Ульянова,*

РФ, г. Чебоксары

Кругликов Николай Юрьевич

научный руководитель,

*канд. биол. наук, доц., кафедра нормальной и патологической физиологии,
медицинский факультет, Чувашский государственный университет*

имени И.Н. Ульянова,

РФ, г. Чебоксары

ВЛИЯНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕЛА НА ПОКАЗАТЕЛИ ГЕМОДИНАМИКИ ГИПОТОНИКОВ И ГИПЕРТОНИКОВ

Аннотация: В работе анализируется воздействие смены поз на ключевые гемодинамические параметры у лиц, страдающих пониженным и повышенным артериальным давлением. Рассматриваются физиологические принципы, обеспечивающие регуляцию системы кровообращения при перемене положения туловища, в том числе значение барорецепторных реакций, венозного притока крови к сердцу и тонуса сосудов. Приводятся данные сравнительного анализа, которые показывают различия в компенсаторных механизмах у пациентов с гипотензией и гипертензией. Показано, что переход из одного положения в другое существенно влияет на уровень артериального давления, частоту пульса и сердечный выброс, причем специфика этих сдвигов определяется исходными особенностями регуляции сосудистого тонуса.

Ключевые слова: гемодинамика, артериальная гипотензия, артериальная гипертензия, положение тела, ортостатическая реакция, сердечно-сосудистая система, артериальное давление.

Annotation: The paper analyzes the effect of posture changes on key hemodynamic parameters in individuals with low and high blood pressure. It examines the physiological principles that regulate the circulatory system during changes in body position, including the role of baroreceptor responses, venous blood flow to the heart, and vascular tone. The paper presents comparative analysis data that highlight the differences in compensatory mechanisms between patients with hypotension and hypertension. It has been shown that the transition from one position to another significantly affects blood pressure, heart rate, and cardiac output, and the specifics of these changes are determined by the initial characteristics of vascular tone regulation.

Keywords: hemodynamics, arterial hypotension, arterial hypertension, body position, orthostatic reaction, cardiovascular system, and blood pressure.

Гемодинамика – это комплекс процессов, обеспечивающих перемещение крови по сосудистой системе и поддержание необходимого кровоснабжения органов и тканей. Одним из важнейших факторов, влияющих на показатели гемодинамики, выступает положение тела. При смене горизонтального положения на вертикальное кровь под действием гравитации перераспределяется. Это приводит к её накоплению в венозных сосудах нижних конечностей и уменьшению объёма венозного возврата к сердцу. В результате снижаются систолический выброс и артериальное давление. В норме данные изменения компенсируются работой барорецепторов, которые расположены в дуге аорты и каротидном синусе. Их активация вызывает учащение пульса и повышение периферического сосудистого сопротивления [4].

В обычной жизни человек часто переходит из горизонтального положения в вертикальное и обратно. Гораздо реже он принимает позу, при которой нижняя часть тела оказывается выше верхней, то есть находится в антиортостатическом положении. Однако такая позиция характерна для спортсменов, занимающихся гимнастикой, акробатикой или прыжками в воду. Антиортостатическая проба

предполагает размещение тела под отрицательным углом наклона (голова ниже ног), что имитирует воздействие отрицательной гравитации. Если к ортостатической позе в ходе эволюции и индивидуального развития человек выработал адаптационные механизмы, то антиортостатическое положение не имеет подобных компенсаторных возможностей [4].

Разная ориентация тела в земном гравитационном поле ведет к перераспределению жидких сред организма под действием силы тяжести, и прежде всего – крови в сосудистом русле. Следствием этого перемещения объемов крови становятся функциональные изменения показателей общей гемодинамики, работы сердца и кровоснабжения отдельных органов.

Влияние антиортостатического положения на функции системы кровообращения мало исследовано. Однако в последние десятилетия интерес к изучению реакций организма на антиортостатическое воздействие значительно усилился в контексте освоения космического пространства и длительного пребывания человека в условиях невесомости. В состоянии антиортостаза, как и в невесомости, сердце функционирует в условиях гемодинамической нагрузки, определяемой объемом и давлением [5].

У пациентов с пониженным артериальным давлением компенсаторные функции организма зачастую работают не в полную силу, что нередко приводит к ортостатическим нарушениям. Напротив, у больных гипертонией отмечается повышенный тонус сосудов и сниженная чувствительность барорецепторов, что существенно меняет характер гемодинамических ответов.

При ежедневном переходе из горизонтального положения в вертикальное каждый организм подвергается ортостатической нагрузке, вследствие чего происходит депонирование определенного объема крови в венах нижних конечностей под влиянием силы тяжести. Этот процесс уменьшает возврат венозной крови к сердцу, снижает систолический и минутный объем сердца, что приводит к падению артериального давления. В случаях недостаточной эффективности регуляторных систем сердечно-сосудистого аппарата,

кровообращение головного мозга может значительно ухудшиться, результатом чего нередко является ортостатический коллапс [2].

Микроциркуляторное русло представляет собой динамичную, а не статичную сеть путей для транспорта крови. Его функциональные характеристики непрерывно изменяются, адаптируясь к текущим запросам органов и тканей. Такая гибкость обеспечивается комплексом структурных механизмов, параметрами локального тканевого метаболизма и спецификой гемодинамики во всей сосудистой системе[1].

Таким образом, конечный результат действия регулирующих факторов зависит не только от силы и природы этих факторов, но также от степени активности самих регуляторных компонентов и текущего функционального статуса реагирующих элементов. Эти условия, в свою очередь, определяются индивидуальными и типологическими особенностями, присущими процессам микроциркуляции.

При нахождении тела в горизонтальном положении сила гравитации действует перпендикулярно, что приводит к относительно равномерному распределению объема крови в сосудистом русле. При этом значительная часть крови остается в центральном отделе – сосудах грудной клетки, а также порядка 20-30% – в сосудистой сети брюшной полости. В положении лежа отсутствует гравитационное сопротивление венозному возврату, что в сочетании с высоким центральным объемом крови способствует усиленному заполнению правого желудочка и увеличению ударного объема сердца. При переходе в вертикальное положение под действием гравитации обратный ток крови замедляется, и определенный ее объем задерживается в периферических сосудах, уменьшая центральный объем крови. Количество депонируемой в сосудистом русле крови определяется рядом факторов, ключевым из которых является эластичность самих сосудов[2].

Исследования, посвященные специфике реакций системной гемодинамики на изменение позы в зависимости от особенностей статического положения тела, немногочисленны и не имеют достаточной систематизации. Анализ динамики

гемодинамических показателей при перемене положения тела позволяет детально оценить индивидуальные адаптационные возможности организма в ответ на данное воздействие. Таким образом, целью данного исследования явилось изучение реакции системы микроциркуляции на изменение положения тела в пространстве[1].

Следовательно, исследование гемодинамических сдвигов в зависимости от положения тела у разных категорий пациентов представляет значительную клиническую ценность для диагностики и последующей коррекции расстройств в работе сердечно-сосудистой системы.

Цель исследования: исследование было направлено на установление закономерностей в динамике ключевых показателей гемодинамики (таких как артериальное давление, частота сердечных сокращений и минутный объем крови) при смене положения тела из горизонтального в вертикальное. Анализ проводился среди лиц с диагностированной артериальной гипотензией и гипертензией с учетом влияния возрастного критерия.

Материалы и методы исследования. В работе нами было проведено клиническое обследование на базе больницы в городе Чебоксары. Его цель заключалась в детальном анализе того, как смена положения тела воздействует на параметры кровообращения у пациентов разных возрастов, страдающих как пониженным, так и повышенным артериальным давлением.

В исследовании приняли участие 90 пациентов. Все участники были разделены на три возрастные категории: от 20 до 35 лет (30 человек), от 36 до 55 лет (30 человек) и от 56 до 70 лет (30 человек). По клиническому статусу были сформированы три сопоставимые группы: пациенты с артериальной гипотензией (30 человек), пациенты с артериальной гипертензией I–II стадии (30 человек) и условно здоровые лица (30 человек), составившие группу контроля. Условиями для включения в исследование были стабильное состояние пациента, отсутствие острых кардиоваскулярных патологий и получение информированного добровольного согласия. Методологической основой представления работы стало понимание гравитационно-зависимого перемещения крови при смене

позы, что приводит к снижению венозного притока к сердцу и включению барорецепторных компенсаторных реакций. Регистрация систолического и диастолического давления, а также пульса осуществлялась общепринятыми методами тонометрии. Определение минутного объема крови проводилось неинвазивно. Каждому участнику исследования была проведена ортостатическая проба с поэтапной фиксацией параметров в горизонтальном положении (после десятиминутной адаптации), сидя (спустя 3 минуты) и стоя (через 5 минут после принятия вертикальной позы). Для статистического анализа применялось вычисление средних величин и определение значимости расхождений (при $p < 0,05$).

Результаты исследования. Согласно полученным результатам, возраст выступает в роли значимого фактора, видоизменяющего характер гемодинамических реакций. У лиц молодого возраста преобладают резкие изменения показателей при переходе в вертикальное положение, тогда как у пожилых пациентов наблюдается сравнительная устойчивость этих величин, что объясняется трансформацией реактивности сосудистой стенки и ростом периферического сопротивления. Распределение пациентов по возрасту и клиническому диагнозу приведено в таблице 1.

Таблица 1 - Распределение пациентов по возрасту и клиническому диагнозу (n = 90)

Возрастная группа, лет	Общее число пациентов	Артериальная гипотензия	Артериальная гипертензия	Контрольная группа
20–35	30	15	5	10
36–55	30	10	10	10
56–70	30	5	15	10
Итого	90	30	30	30

Дополнительные данные анализа, отображённые в таблице, демонстрируют отчетливую взаимосвязь возрастной категории и распределения патологий. В

младшей возрастной когорте чаще встречаются больные с пониженным артериальным давлением, в то время как в старшей группе преобладают гипертензивные состояния, что согласуется с актуальной эпидемиологической картиной.

При сопоставлении параметров кровообращения были выявлены следующие закономерности:

- наибольший разброс значений артериального давления фиксируется у пациентов в возрасте от 20 до 35 лет;
- наиболее ярко выраженные изменения при смене положения тела присущи группе с гипотензией;
- у пациентов старших возрастных когорт прослеживается уменьшение активности сердечно-сосудистой системы;
- устойчивость показателей у гипертоников обеспечивается высоким уровнем напряженности сосудистой стенки.

Результатами исследования стало понимание гравитационно-зависимого перемещения крови при смене позы, что приводит к снижению венозного притока к сердцу и включению барорецепторных компенсаторных реакций. Регистрация систолического и диастолического давления, а также пульса осуществлялась общепринятыми методами тонометрии. Определение минутного объема крови проводилось неинвазивно. Каждому участнику исследования была проведена ортостатическая проба с поэтапной фиксацией параметров в горизонтальном положении (после десятиминутной адаптации), сидя (спустя 3 минуты) и стоя (через 5 минут после принятия вертикальной позы). Для статистического анализа применялось вычисление средних величин и определение значимости расхождений (при $p < 0,05$).

В группе пациентов среднего возраста (36–55 лет) были отмечены незначительные отклонения в показателях гемодинамики. У испытуемых, страдающих гипертонией, при перемене позы сохранялась относительная устойчивость давления (разброс значений в границах ± 5 мм рт. ст.), хотя пульс при этом возрастал на 8–12%. У гипотоников того же возраста эти сдвиги

оказались слабее, чем у более молодых лиц, что, вероятно, объясняется определенной адаптацией систем регуляции.

Среди пациентов 56–70 лет, в основном с диагностированной гипертензией, была зафиксирована выраженная устойчивость параметров кровообращения. Колебания систолического давления не выходили за пределы 3–5 мм рт. ст., а рост частоты сердечных сокращений ограничивался 5–8%. Минутный объем крови существенно не менялся, что связано с возросшим общим периферическим сосудистым сопротивлением. Ортостатические нарушения в этой группе встречались нечасто (8–12% наблюдений), но отличались более продолжительным периодом возврата к исходным значениям.

В контрольной группе, состоящей из практически здоровых людей, все выявленные сдвиги во всех возрастных диапазонах были в пределах физиологической нормы и оперативно нивелировались. Это свидетельствует о корректной работе систем нейрогуморальной регуляции.

Обсуждение полученных результатов привело к заключению, что у лиц с артериальной гипотонией ключевым звеном патогенеза выступает дефицит вазоконстрикторных реакций наряду с пониженным тонусом венозного русла. Это обуславливает значительное падение артериального давления при переходе в вертикальное положение. Напротив, у пациентов с артериальной гипертензией преобладает повышенный тонус сосудов и уменьшенная чувствительность барорецепторного аппарата. Данный механизм поддерживает относительную устойчивость уровня давления, однако сужает адаптационный резерв сердечно-сосудистой системы.

Заключение. Организм человека представляет собой совокупность саморегулирующихся систем, функционирующих на основе метаболических процессов под воздействием внешних и внутренних факторов. Сердечно-сосудистая система ключевой индикатор адаптивных и компенсаторных механизмов, наиболее чувствительный к разнообразным изменениям. Кровеносная система поддерживает все метаболические процессы функциональных комплексов, обеспечивающих гомеостаз. Конечный кровоток

существенно зависит от сосудистого тонуса, реологических характеристик крови, состояния эндотелиальной функции и особенностей системы гемостаза. Микроциркуляторная система играет ведущую роль в обеспечении достаточного кровоснабжения органов и тканей организма.

Найденные различия в интенсивности активных и пассивных ритмов колебания кровотока свидетельствуют, что в горизонтальном положении происходит перераспределение крови в микроциркуляторном русле без формирования застойных явлений.

Таким образом, проведенное исследование подтверждает важность позиции тела в воздействии на параметры кровообращения, причем специфика этих колебаний связана с возрастом и клиническим статусом обследуемого. Наиболее существенные отклонения обнаружены среди молодых пациентов с низким артериальным давлением, в то время как у лиц с гипертензией, главным образом в более старших группах, наблюдается относительное постоянство показателей благодаря повышенному тону сосудов. Ортостатический тест служит эффективным и простым способом оценки работы сердечно-сосудистой системы и может быть внедрен в широкую клиническую практику.

В итоге, в ходе проведенной клинической работы и собранных результатов были определены возрастные особенности кровообращения при изменении положения тела у людей с разными показателями артериального давления, полезны для совершенствования диагностики и предупреждения ортостатических дисфункций, а также для персонализации терапии пациентов с разными формами артериального давления в медицинских учреждениях Чебоксар.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Янишевский С.Н. Артериальная гипертензия у взрослых. Клинические рекомендации 2024. Российский кардиологический журнал.- 2024.- № 29(9). – с. 6117.
2. Артериальная гипертензия: учебное пособие / Кол. авторов; под общ. ред. Е.В. Резник, В.В. Лялиной. - Москва: РУСАЙНС,- 2024 - 442 с.

3. Артериальная гипертензия у взрослых. Клинические рекомендации 2020. Российский кардиологический журнал. 2020. - № 25(3). – с. 3786.

4. Клиническая фармакология: учебник / В.Г. Кукес, Д.А. Сычев и др.; под ред. В.Г. Кукеса, Д.А. Сычева. 6-е изд., испр. и доп. – Москва: ГЭОТР – Медиа, - 2021. – 1024с.

5. Чазова И.Е., Шестакова М.В., Жернакова Ю.В., Блинова Н.В., Маркова Т.Н., Мазурина Н.В., Ежов М.В., Терещенко С.Н., Жиров И.В., Комаров А.Л., Миронова О.Ю., Юричева Ю.А., Сухарева О.Ю. Евразийские рекомендации по профилактике и лечению сердечнососудистых заболеваний у больных с диабетом и предиабетом (2021). Евразийский кардиологический журнал. – 2021. - (2). - с.-6-61.

REFERENCES:

1. Yanishevsky S.N. Arterial hypertension in adults. Clinical guidelines 2024. Russian Journal of Cardiology.- 2024.-№ 29(9). – p. 6117.

2. Arterial hypertension: a textbook / Number of authors; under the general editorship of E.V. Reznik, V.V. Lyalina. - Moscow: RUSAINS, 2024 - 442 p.

3. Arterial hypertension in adults. Clinical guidelines 2020. Russian Journal of Cardiology. 2020. - № 25(3). – p. 3786.

4. Clinical pharmacology: textbook / V.G. Kukes, D.A. Sychev et al.; edited by V.G. Kukes, D.A. Sychev. 6th ed., ispr. and add. – Moscow: GEOTR – Media, - 2021. – 1024с.

5. Chazova I.E., Shestakova M.V., Zhernakova Yu.V., Blinova N.V., Markova T.N., Mazurina N.V., Yezhov M.V., Tereshchenko S.N., Zhirov I.V., Komarov A.L., Mironova O.Y., Yuricheva Yu.A., Sukhareva O.Y. Eurasian recommendations for the prevention and treatment of cardiovascular diseases in patients with diabetes and prediabetes (2021). Eurasian Journal of Cardiology. – 2021. - (2). - S.-6-61.