

УДК 612.17

ЗАВИСИМОСТЬ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ОТ ОБОНЯТЕЛЬНОГО «СЕНСОРНОГО ПРИТОКА»

© Ю.Е. Маляренко, Н.Г. Романова, С.А. Поночевная, Э.С. Плотников,
А.В. Сычев, Ю.А. Говша, А.В. Матюхов

Malyarenko Y.E., Romanova N.G., Ponochevnaya S.A., Plotnikov E.S., Sychev A.V., Govsha Y.A., Matyukhov A.V. The dependence of lower limbs circulation on olfactory «inflow». The article discusses the data of the research done by the authors into the dependence of lower limbs circulation on olfactory «inflow».

До сих пор остаются весьма неполными наши представления об особенностях функционирования венозного звена сосудистой системы, как в условиях покоя, так и при различного рода воздействиях на организм человека [1]. Вместе с тем знание этих механизмов необходимо для понимания общих закономерностей деятельности сердечно-сосудистой системы (ССС). В этом плане наименее изученными являются изменения функциональных резервов кровообращения в скелетных мышцах человека, состояние венозных сосудов и, наконец, особенности симпатических адренергических влияний на периферические сосуды, в частности, сосуды нижних конечностей.

В работах [2–4] было установлено, что специально подобранные информационные потоки разной модальности обладают оптимизирующим (гомеостатическим) действием в отношении многочисленных функций сердца и мозга не только в обычных условиях, но и в условиях ортостаза, тревожности и стресса. Полученные данные существенно дополнили имеющиеся представления о роли сенсорных притоков. Вместе с тем один из регионов ССС (система кровообращения нижних конечностей), в изучении которого остро нуждаются клиницисты, спортсмены, физиологи и реабилитологи, обычно оставался за пределами внимания исследователей. Речь идет о возможности управления системой кровообращения нижних конечностей сенсорными притоками.

Известно, что в последние годы наблюдается увеличение числа лиц трудоспособного возраста, страдающих расстройствами кровообращения в нижних конечностях в связи с деструктивными изменениями в артериальных сосудах. Боль может быть настолько жестокой, что не позволяет преодолеть дистанцию в несколько метров. Эта патология нередко приводит к инвалидизации пациентов [5]. Не менее часто отмечается нарушение венозного кровообращения нижних конечностей. Факторами риска в последнем случае могут быть возраст, и, в частности, уменьшение выработки эстрогенов, беременность, врожденная и приобретенная клапанная недостаточность вен, ослабление мышечного насоса, повышение тромбогенного потенциала, гипокинезия, ослабление секреторной активно-

сти эндотелиальных клеток, покрывающих изнутри всю ССС и играющих исключительную роль в регуляции сосудистого тонуса.

Цель настоящей работы состояла в оценке состояния регуляции венозного кровообращения нижних конечностей под влиянием воздействия специально подобранных запахов растительных ароматических веществ (РАВ). При этом авторы отдают себе отчет в том, что понятие «венозное кровообращение» некорректно, но такова традиция, во всех публикациях используется именно такое словосочетание.

МЕТОДИКА

В исследовании приняли участие 18 практически здоровых девушек в возрасте 19–20 лет. У каждой испытуемой с помощью электроплетизмоанализатора ЭМПА2-01 определяли следующие показатели: венозный тонус (ВТ), дополнительный венозный объем (ДВО), максимальную скорость опорожнения вен (МСОВ), объемную скорость кровотока (ОСК). Также фиксировались показатели частоты сердечных сокращений (ЧСС), систолического и диастолического артериального давления (соответственно САД и ДАД).

Регистрация показателей кровообращения производилась в положении лежа в состоянии спокойного бодрствования и при активной ортостатической пробе до и после кратковременного воздействия запахов РАВ.

1. Электроплетизмография.

Плетизмография используется для измерения кровотока в конечностях. Один из наиболее авторитетных специалистов в области физиологии кровообращения Б. Фолков [6] отмечал, что плетизмограф является очень ценным прибором. Область применения его широка, так как он дает возможность регистрировать не только кровотоки, но и другие функции ССС. Плетизмограф чувствителен, точен, легко калибруется.

На нижней трети бедра закрепляли окклюзионную манжету, а датчик плетизмографа – на голени. Создавали венозно-окклюзионное воздействие. При этом датчик обеспечивал регистрацию изменений периметра конечности, обусловленную увеличением ее объема.

2. Регистрация артериального давления проводилась на левом плече по методу Короткова с учетом размеров манжеты, скорости декомпрессии и других рекомендаций Американской Ассоциации кардиологов [7].

3. Ортостатическая проба.

Проводилась активная ортостатическая проба. Эта проба резко активизирует симпатическую нервную систему.

Исследования ССС при ортостатической пробе отчетливо выявляют два компонента реакции – физический и физиологический. Первый проявляется в действии законов гидродинамики, когда под гравитационным влиянием кровь устремляется к нижним частям тела, в результате чего создается тенденция к застою и ограничению притока крови к сердцу. Однако физиологический компонент реакции включает компенсаторно-приспособительные механизмы, повышающие сосудистое сопротивление перфузируемых частей тела и прежде всего ног. Гравитационный фактор гемодинамики компенсируется рефлексом с вестибулярного аппарата и мышц, поддерживающих позу. Последние, как известно, имеют обширное рецепторное поле и наряду с рефлексогенными зонами ССС играют важную роль в постуральной регуляции кровообращения. При длительном пребывании человека в ортостатическом положении происходит дополнительное подключение нейрогуморальных механизмов регуляции гемодинамики. Например, активизируется деятельность ренин-ангиотензин-альдостероновой системы (РААС), то есть краткосрочная регуляция ССС становится долгосрочной. РААС влияет на объем циркулирующей крови и тонус резистивных сосудов.

4. Обонятельный сенсорный приток.

Для активации обонятельной сенсорной системы использовались приятные запахи растительного происхождения (цитраль, гвоздика, эвкалипт, укроп). Запахи подавались в положении лежа, поочередно, в течение 2–3 минут каждый. Продолжительность всего сеанса 30 минут. Концентрация ароматических веществ подбиралась индивидуально и соответствовала удвоенной пороговой величине.

5. Статистическую обработку полученных результатов осуществляли при помощи компьютерного пакета статистических программ (Systat 5.0).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Как и следовало ожидать, переход человека из горизонтального положения в вертикальное в большинстве случаев сопровождался выраженным повышением венозного тонуса, снижением растяжимости вен нижних конечностей, уменьшением их проходимости и соответствующим снижением объемной скорости кровотока (рис. 1). Все это есть проявление резкого повышения симпатической активности. Впрочем, не на всех звеньях ССС ортостаз сказался в одинаковой степени: если венозный тонус в среднем повысился более, чем на 200 %, то частота сердечных сокращений – всего на несколько процентов. Один из основных показателей кровоснабжения нижних конечностей – объемная скорость кровотока – мог при этом снижаться в 3–5 раз. Системное артериальное давление изменялось мало.

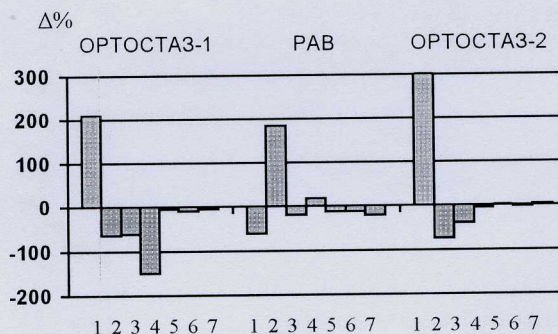


Рис. 1. Реакция системы кровообращения нижних конечностей и других звеньев ССС в ответ на вдыхание растительных ароматических веществ и ортостаз (Δ%). Обозначения: 1 – VT; 2 – ДВО; 3 – МСОВ; 4 – ОСК; 5 – ЧСС; 6 – САД; 7 – ДАД

Что касается влияний на ССС избранных запахов РАВ, то они, напротив, чаще всего способствовали снижению VT и значительному повышению растяжимости вен. По-видимому, это есть результат активации парасимпатических влияний. В пользу такого суждения говорит и урежение ЧСС, а также снижение ДАД. Объемная скорость кровотока в этих условиях несколько повышалась.

Повторное проведение ортостатической пробы характеризовалось еще более выраженным повышением VT, чем в начале исследования, снижением растяжимости и МСОВ. Вместе с тем другие показатели ССС практически не изменялись.

В группе из 4 человек в ответ на ортостатическую пробу вместо классической адренергической реакции возникла парадоксальная реакция вен нижних конечностей. Их тонус снижался на 20–50 %, и один этот признак мог свидетельствовать о врожденной или приобретенной недостаточности вен. Не исключено, что данная реакция обусловлена также срабатыванием закона исходного состояния Вильдера, направленного на поддержание гомеостаза.

В целом, как видно на рис. 1, показатели венозного кровообращения нижних конечностей оказались в десятки раз более «чувствительными» к ортостазу и действию запахов, чем показатели системного кровообращения, даже такого в высшей степени чувствительного показателя как ЧСС.

Анализируя полученный материал, нами учитывались следующие механизмы изменения функций ССС.

1. При умеренном повышении трансмурального давления отмечается значительное увеличение объема вен, что представляет собой одну из главных проблем регуляции ССС у человека. Вертикальное положение тела приводит к тому, что большая часть венозного отдела лежит ниже уровня сердца, а в результате повышенного трансмурального давления полусжавшиеся вены растягиваются. Во время стояния объем вен, расположенных ниже сердца, увеличивается приблизительно на 500 мл и даже больше, особенно, если кожные вены расширены. Следовательно, недостаточность венозного возврата в этих условиях обусловлена повышением трансмурального давления, растяжением вен и скоплением в них части крови.

2. При изменении положения тела с горизонтального на вертикальное происходит торможение парасимпатических и усиление симпатических влияний на сердце, что приводит к развитию синусовой тахикардии. У здоровых людей при проведении ортостатической пробы вставание сопровождается кратковременным подъемом АД на 5–10 мм рт. ст., хотя возможно и снижение давления в пределах 5–10 мм рт. ст. ДАД повышается до 10 мм рт. ст. ЧСС может возрастать на 10–15 % от исходной величины.

3. Анализируя влияния ортостатической пробы на ССС, следует учитывать такие факторы, как усиление потока афферентных сигналов с венозных сосудов ног, то есть сосудов, растягивающихся в положении стоя, а также сигналов от интерорецепторов, вызванных смещением органов брюшной и грудной полости. Эти сигналы способны усилить вазоконстрикцию. Важную роль играет вестибулярный аппарат, имеющий мощные связи с симпатической нервной системой. Одним из компонентов повышения симпатической активности при ортостазе являются рефлексы со скелетных мышц, особенно с мышц брюшной стенки. Данная проба не только усиливает возбуждение симпатической нервной системы, но иногда может временно устранить влияние парасимпатической системы, в частности, на сердечный ритм [4, 6, 8].

4. Получены доказательства большего увеличения артерио-венозной разности содержания кислорода в нижних конечностях по сравнению с величиной этого показателя для всего тела в условиях спокойного стояния, что обуславливает более выраженное снижение кровотока в сосудах ног, чем уменьшение сердечного выброса. В связи с симпатической активацией переход в вертикальное положение тела сопровождается резким снижением кожной и подкожной температуры главным образом в нижних конечностях.

5. Как указывает Л.И. Осадчий [8], результирующая направленность изменений мышечного кровотока при прямостоянии должна, по-видимому, зависеть от соотношения следующих факторов:

- увеличения гидростатического давления в артериях ног, ведущего к их пассивному растяжению;
- степени рефлекторной вазоконстрикции мышечных сосудов;
- выраженности рабочей гиперемии в мышцах ног;
- степени проявления ауторегуляторных реакций резистивных сосудов при изменении в них трансмурального давления;
- возможного открытия артерио-венозных анастомозов в этих мышцах.

В целом, в этих условиях преобладает действие факторов, способствующих увеличению кровоснабжения мышц.

6. Представляют интерес и изменения кровообращения в сосудах головного мозга при ортостазе, поскольку они могут сказаться как на характере восприятия сенсорного притока, так и на состоянии аппарата регуляции системы кровообращения.

В наших исследованиях важное значение на уровень восприятия и регуляцию ССС могли иметь изменения в сосудах головного мозга, возникающие при ортостазе. Так, например, при переходе в вертикальное положение артериальное давление в краниальных со-

судах снижается на 20–30 мм рт. ст. Это, однако, не означает снижение эффективного градиента давления, определяющего величину кровотока в мозге, так как одновременно снижается венозное давление на уровне головы, иногда до отрицательных значений. Несмотря на имеющиеся факторы защиты мозгового кровообращения, мозговой кровоток, как и сопротивление сосудов мозга, под влиянием ортостаза уменьшается у здоровых молодых людей на 20 и более процентов. Уменьшение мозгового кровотока может зависеть от снижения углекислого газа в артериальной крови в результате гипервентиляции, развивающейся в вертикальном положении тела. Известно, что углекислый газ является наиболее вероятным вазодилататором для мозговых сосудов. И все же по результатам многих исследователей признается, что мозговое кровообращение является относительно устойчивым к ортостатическим воздействиям благодаря поддержанию системного артериального давления и местным механизмам.

7. В результате ортостатической нагрузки возникают первоначальные и отставленные изменения в системе кровообращения, причем последние несут гомеостатическую направленность. Если при переходе тела из горизонтального в вертикальное положение тотчас происходит дилатация сосудистого русла нижней половины тела, то затем отмечается рефлекторная вазоконстрикция и венострикция, увеличивается венозный приток к сердцу и частота сердечных сокращений, вследствие чего насосная функция сердца возрастает. Это происходит и за счет некоторой гиперволемии.

8. Анализ представленных здесь материалов оказался непростым из-за своей многофакторности и сложности некоторых физиологических механизмов. Так, например, в данной статье мы, согласно традиционной точке зрения, трактуем симпатическую адренергическую реакцию как возбуждающую. Однако в последнее время установлено, что адренергические механизмы вазомоторного аппарата мозгового ствола и спинного мозга часто связаны с активацией альфа-два адренорецептивных нейронов, что, в конечном счете, приводит к угнетению нейрогенной вазомоторной активности [9]. (Не с этим ли связана гипотензивная реакция вен и замедление деятельности сердца у некоторых испытуемых в ответ на ортостаз?)

9. Кроме того, в ряде исследований с регистрацией тонуса сосудов отдельных областей было установлено, что в морфофункциональном отношении бульбарный вазомоторный центр построен по типу зонального представительства для резистивных сосудов скелетных мышц и вен [10]. Именно по этой причине в нашем исследовании разные звенья ССС могли реагировать по-разному в ответ на одно и то же возмущающее воздействие.

ВЫВОДЫ

Основной итог настоящей работы состоит в том, что запахи РАВ в низкой (реальной) концентрации, равной двойному порогу, оказывают мощное воздействие на систему кровообращения нижних конечностей. Вдыхаемые вещества способны изменять даже системное кровообращение (ЧСС, САД, ДАД), причем в большей степени, чем такой возмущающий фактор, как

активный ортостаз. Избранные нами запахи, в отличие от ортостаза, вызывали гипотензивную реакцию вен и приводили к более экономному режиму работы сердца. Артериальное давление снижалось.

Функциональная проба в виде ортостаза показала, что под влиянием запахов венозный тонус достоверно повышается, а показатели системного кровообращения стабилизируются. Сочетание отставленного повышения венозного тонуса при стабильном уровне показателей системного кровообращения, очевидно, следует рассматривать как биологически целесообразную приспособительную реакцию: под влиянием запахов РАВ улучшалась заправка сердца кровью; от аппарата регуляции системного кровообращения не требовалось дополнительных затрат энергии для восстановления отклоненных функций ССС. Установленные закономерности относились и к выявленным случаям с недостаточностью вен.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Тхоревский В.И., Белицкая Л.А.* // Физиол. журнал СССР им. И.М. Сеченова. 1986. Т. 72. № 9.
2. *Маляренко Т.Н., Лазарев М.Л., Рымашевский Н.В.* // Успехи физиол. наук. 1994. Т. 25. № 4. С. 95.
3. *Маляренко Ю.Е., Маляренко Т.Н., Черкасов М.Ф.* // Матер. конф., посвящ. 100-летию каф. физиологии СПбГМУ. С.-Пб., 1998. С. 51-54.
4. *Маляренко Т.Н., Говша Ю.А., Маляренко Ю.Е.* // Современные методы восстановительной медицины / Матер. III Междунар. конф. Сочи, 2000. С. 112-113.
5. *Щурова Е.Н.* // Физиология человека. 1998. Т. 24. № 3. С. 74-78.
6. *Фолков Б., Нил Э.* Кровообращение. М.: Медицина, 1976. 463 с.
7. American Heart Association Committee Report: Recommendations for human blood pressure determination by sphygmomanometers // *Circulation*. 1980. № 7. P. 1146-1155.
8. *Осадчий Л.И.* Положение тела и регуляция кровообращения. Л.: Наука, 1981. 145 с.
9. *Цырлин В.А., Хрусталева Р.С.* // Вестник аритмологии. 2001. № 22. С. 75-80.
10. *Ткаченко Б.И.* Венозное кровообращение. Л.: Медицина, 1979. 223 с.

Поступила в редакцию 21 января 2002 г.