



Глубокое медленное дыхание и сон

М.М. Сазонова, Д.Е. Шумов, Р.В. Суворов, В.Б. Дорохов

Адрес для переписки: Дмитрий Ефимович Шумов, dmitry-shumov@yandex.ru

Для цитирования: Сазонова М.М., Шумов Д.Е., Суворов Р.В., Дорохов В.Б. Глубокое медленное дыхание и сон. Эффективная фармакотерапия. 2022; 18 (36): 12–18.

DOI 10.33978/2307-3586-2022-18-36-12-18

Инсомнией (бессонницей) и другими нарушениями сна страдают, по разным данным, от 33 до 50% населения. Фармакологическое лечение не всегда дает ожидаемый результат. Кроме того, последние годы наблюдается повышенный интерес к нефармакологическим методам улучшения сна, в частности оздоровительным методикам, сохранившимся в традиционных восточноазиатских культурах, важной составляющей которых является произвольный контроль дыхания. Изучение этого наследия необходимо, поскольку в последнее время дыхательные упражнения были рекомендованы в качестве нефармакологического метода решения проблем со сном.

Нарушения сна отмечаются у большинства людей с расстройством вегетативной нервной системы (ВНС), что связано с высоким уровнем симпатической активности во время дневного отдыха, при засыпании, а также во время ночного сна. Практика медленного глубокого дыхания активизирует парасимпатическую ветвь ВНС и затормаживает симпатическую, что облегчает засыпание.

Для оценки функционального состояния ВНС используют различные показатели вариабельности сердечного ритма (ВСР). По ним можно судить о здоровье и адаптационных возможностях организма. Показано, что самое сильное положительное влияние на параметры ВСР оказывает так называемое резонансное дыхание с частотой 0,1 Гц (шесть раз в минуту). Это обусловлено тем, что при таком ритме дыхания достигается максимальный уровень стимуляции блуждающего нерва, в результате чего усиливается парасимпатический тонус и снижается симпатический.

В статье рассмотрены история и физиологические механизмы различных методов управления дыханием, направленных на достижение состояния покоя и способствующих засыпанию.

Ключевые слова: нарушения сна, глубокое дыхание, кардиореспираторные взаимодействия, йога

Введение

Значительная часть населения страдает от низкого качества сна. Фармакологическое решение этой проблемы не всегда возможно. Кроме того, последние годы наблюдается повышенный интерес к нефармакологическим методам воздействия на процесс сна [1–3].

Дыхание – жизнеобеспечивающий процесс, регулируемый вегетативной нервной системой (ВНС). Он уникален тем, что поддается нашему произвольному контролю. Как известно, во сне дыхание замедляется и становится ровнее. Верно и обратное: чем спокойнее и глубже дыхание, тем проще заснуть.

Произвольный контроль дыхания является важнейшей составляющей традиционных южно- и восточноазиатских оздоровительных методик [4]. Тем

не менее механизмы, связывающие контроль дыхания с его психофизиологическими эффектами, современной наукой исследованы недостаточно.

Часто методы контроля дыхания относят к так называемой альтернативной медицине, которую определяют как совокупность методов оздоровления, профилактики, диагностики и лечения, основанных на опыте многих поколений. В случае, если методы альтернативной медицины используются совместно с общепринятыми в западной культуре медицинскими рекомендациями, говорят о комплементарной медицине. Иногда используют объединяющий термин *complementary and alternative medicine* [4].

Привлекательность методов альтернативной медицины обусловлена относительной простотой при-



менения, способностью дополнять или в некоторых случаях заменять медикаментозные и физиотерапевтические методы. Этот подход подвержен критике в силу небольшого числа исследований, проведенных в соответствии с современными научными протоколами, и недостаточно подтвержденной его эффективностью. Вместе с тем в последнее время появляется все больше серьезных работ и обзоров, восполняющих этот недостаток. Такие работы можно условно разделить на две большие группы, каждая из которых имеет характерные особенности, связанные с культурой, доминирующей в регионе их проведения. Первая группа включает в себя исследования в странах Южной, Восточной и Юго-Восточной Азии, вторая – исследования в странах Европы и Северной Америки.

Как правило, в первой группе изучают рекомендации и подходы, происходящие из древних традиционных культур, во второй – методики и подходы с позиции современных знаний о физиологии дыхания.

Методики улучшения сна с помощью регуляции дыхания, восходящие из традиционных культур

Большинство древних методик произвольной регуляции дыхания в том или ином виде происходят из системы йоги, а именно из ее раздела, именуемого пранаямой. «Пранаяма» в переводе с санскрита означает контроль над жизненной энергией, которая, согласно воззрению йоги, непосредственно связана с дыханием.

Письменные источники упражнений пранаямы своими корнями уходят в весьма обширный свод учений, именуемых тантрами. На русском языке это слово означает «нить», или «непрерывность». Иными словами, такие учения не были никем придуманы, а существуют вечно (отсюда другое их название – «ваджраяна» – алмазная, нерушимая колесница). Тем не менее, согласно документальным источникам, тантрические учения стали распространяться в Индии не позже II в., а в Тибете – в VIII в.

Хатха-йога в современном виде и связанные с ней практики пранаямы, вероятно, стали результатом интеграции ваджраяны в ведической культуре Индии в средние века. У современных индийских авторов можно встретить утверждение, что хатха-йога базируется на гораздо более древней, буддийской традиции, однако подтверждающие это документальные источники не указываются. На термины и положения индийской хатха-йоги опирается большинство работ, публикуемых в периодических научных изданиях. Как правило, упоминают трактат «Хатха йога прадипика» (XV в.).

Следует отметить, что тантрические учения не имеют целью только улучшение здоровья человека. Но укрепление здоровья, в том числе сна, необходимо на определенном подготовительном этапе, например для таких практик, как йога сновидений и йога сна [4]. Наиболее обширные указания, касающиеся йоги сновидений, содержатся в Махамаятантре.

Дыхательные упражнения и другие рекомендации для улучшения сна, основанные на традиции ваджраяны

1. Рекомендации для человека, который засыпает с трудом [5]:

- наблюдать свои мысли. Любые возникающие мысли надо просто наблюдать. Далее, наблюдая свои мысли, но не следуя за ними и не впадая от них в зависимость (не включая эмоциональное подкрепление), надо засыпать;
- выполнить несколько раз практику глубокого дыхания. Это распространенная техника, известная как диафрагмальное дыхание. Она известна в том числе в индийской хатха-йоге под названием *sukha grāṇāyāma*;
- осуществить определенные движения, успокаивающие нервную систему;
- использовать некоторые лекарства тибетской медицины и аюрведы, помогающие при проблемах со сном и практически не имеющие побочных действий.

2. Рекомендации для человека, который засыпает легко [5]:

- мужчине лучше лечь на правый бок и прижать пальцами правую ноздрю;
- женщины поступают наоборот: им лучше лежать на левом боку и закрывать левую ноздрю.

В другом источнике [6] о необходимости зажимать ноздрю ничего не говорится. Видимо, считается, что в положении лежа на боку дыхание через ноздрю, находящуюся сверху, активизируется само собой.

Подобные рекомендации базируются на йогических представлениях об активации определенных областей нервной системы с помощью разных типов дыхания. Сопоставляя их с понятиями современной физиологии, можно предположить, что доминирующее дыхание (для мужчин) через левую ноздрю активирует преимущественно парасимпатическую ветвь ВНС, а через правую – симпатическую. Однако экспериментальная проверка этих представлений показала противоречивые результаты [7, 8].

Дыхательные упражнения для сна, основанные на традиции хатха-йоги

Большинство современных научных публикаций, посвященных использованию пранаямы для укрепления здоровья, не исследуют отдельно ее влияние на сон человека. Иногда говорится об улучшении сна с помощью комплексных протоколов, включающих асаны, различные пранаямы и очистительные процедуры [9, 10]. Для улучшения сна советуют выполнять упражнения, согласно результатам других исследований, например исследований влияния пранаямы на работу сердечно-сосудистой системы [11]. Но временные параметры сна, не говоря уже о полисомнографии, упоминаются сравнительно редко. В тех же статьях, где они упоминаются, используются слова «глубокое» или «диафрагмальное» дыхание, но не оригинальные термины на санскрите [12]. Хотя соответствие, безусловно, есть. Рассмотрим наиболее популярные пранаямы, рекомендуемые для улучшения сна.



Диафрагмальное дыхание (sukha prānāyāma)

Несмотря на частое упоминание, это упражнение не относится к классической пранаяме. Тем не менее исследования показывают, что оно полезно для улучшения сна, помогает не только справиться со стрессом, улучшить внимание, но также снизить уровень кортизола и улучшить показатели сердечно-сосудистой деятельности [13–15]. Ключ к этой технике – избегать поверхностного грудного дыхания, дышать диафрагмой. При дыхании диафрагмой создается ощущение, что вы вдыхаете животом. Часто встречаются рекомендации о необходимости выполнять это упражнение с частотой шесть дыханий в минуту при одинаковой длительности вдоха и выдоха, без акцента на задержке дыхания.

Бхрамари-пранаяма (bhrāmārī prānāyāma, жужжание пчелы)

Это особый вид пранаямы, который включает в дыхание контролируемые вибрации. Она также известна как «дыхание пчелы», поскольку человек на выдохе издает жужжащий звук. Иногда вместо этого дыхания поют мантру «ом».

Исследования показывают, что этот метод улучшает сон [16], снижает уровень стресса [16, 17]. Правильное использование такой техники также уменьшает частоту сердечных сокращений (ЧСС) [17].

Что касается остальных упражнений пранаямы, публикаций, в которых было бы исследовано их изолированное влияние на сон, мы не обнаружили.

Эффекты медленных и быстрых пранаям

Показано, что различные типы пранаямы вызывают разные физиологические реакции. Например, практика *sāvitrī grānāyāma* (медленное, ритмичное и глубокое дыхание) приводит к снижению ЧСС, ЭхоКГ и индекса Робинсона, в то время как *bhastrīkā grānāyāma* (быстрое дыхание) – к их увеличению [18]. В других работах, в которых изучалось как быстрое (*karālabhāti*, *bhastrīkā* и *kukkuriya prānāyāma*), так и медленное дыхание (*nādi śodhana*, *sāvitrī* и *pranava prānāyāma*), показано, что снижение уровня стресса и благотворное влияние на сердечно-сосудистые параметры наблюдаются только после практики медленной пранаямы, но не после быстрой [19].

Дыхание с удлиненным выдохом

В исследовании, посвященном технике йогического дыхания 2:1 (выдох в два раза превышает вдох), показано, что поддержание частоты дыхания около шести вдохов в минуту в течение 5–7 минут дважды в день в течение трех месяцев снижает уровень систолического и диастолического кровяного давления, ЧСС у пациентов с гипертонической болезнью. То есть эта методика предлагается в качестве эффективного метода лечения гипертонии [20]. Согласно данным другого исследования, пранаяма, состоящая из одного дыхательного цикла в минуту (вдох 20 секунд, задержка дыхания 20 секунд и выдох 20 секунд) в течение 31 минуты подряд, оказывает уникальное воздейст-

вие на кардиореспираторный центр ствола головного мозга, ответственный за волны Мейера (0,01–0,1 Гц) в работе сердечно-сосудистой системы [21].

Специфические эффекты йогического лево- и правостороннего дыхания

Йогическое дыхание правой или левой ноздрей, а также чередование дают разный физиологический эффект, упоминаемый в том числе в тексте «Шива-Свародая» [22]. Свара (носовой цикл) – это ультрадианный ритм и маркер психофизиологических состояний [23–25]. Он зависит от уровня активности лимбического отдела ВНС с гипоталамусом в качестве центра управления, а также от уровня циркулирующих катехоламинов и других нейгормонов [23] и характеризуется преимущественной проходимостью левой или правой ноздри с периодичностью от двух до восьми часов [24]. Симпатическая активность усиливается при стимуляции левого полушария мозга, а парасимпатическая активность – при стимуляции правого полушария. Исследования показали, что принудительное одностороннее дыхание вызывает контралатеральную стимуляцию [25, 26], определяемую по относительному увеличению амплитуды электроэнцефалограммы в полушарии мозга, противоположном стороне дыхания, а также по соответствующей латерализации уровня плазменных катехоламинов. Принудительное попеременное носовое дыхание оказывает уравнивающее воздействие на функциональную активность левого и правого полушарий мозга [27]. Следовательно, доминирование левой ноздри связано с парасимпатическим ответом, а доминирование правой ноздри – с симпатическим. Если по каким-либо причинам переключение ноздрей происходит неправильно, наблюдается вегетативный дисбаланс, в результате чего могут возникнуть соматические или психосоматические проблемы, например гипертония [28].

Исследования улучшения сна с помощью регуляции дыхания, проведенные на Западе

В последние годы дыхательные упражнения заявлены в качестве метода выбора для решения проблем со сном. В обновленных рекомендациях (2021) Американская ассоциация медицины сна рассматривает дыхательные упражнения в качестве эффективного способа лечения хронической бессонницы у взрослых [29]. Общие представления о различных аспектах дыхания изложены в работе Д. Нестора [30]. Автор в научно-популярной форме рассмотрел историю и современное состояние исследований методов управления дыханием и их влияние на здоровье человека.

Дыхательные практики отличаются от других способов расслабления, таких как практика осознанности или медитация, когда человек просто направляет свое внимание на процесс дыхания, не изменяя его намеренно [31].

Известные авторские дыхательные методики принадлежат К.П. Бутейко, А.Н. Стрельниковой [32, 33], а также В. Хофу (сочетание быстрых дыхательных



упражнений, тренировок и контролируемого воздействия холода) [34]. Показана также эффективность обучения методом медленного дыхания с помощью биологической обратной связи [35].

Медленным считают дыхание в ритме ниже естественного (10–20 циклов в минуту) [36]. Некоторые исследователи используют термин «диафрагмальное дыхание» для обозначения особенности медленного глубокого дыхания, заключающейся в использовании мышц диафрагмы для перемещения воздуха в нижнюю часть легких, что повышает эффективность дыхания.

Обычно в процессе медленного дыхания его ритм замедляют до 4–10 циклов в минуту [37]. В отличие от учащенного дыхания, обычно связанного с тревогой и стрессом, медленное дыхание ассоциируется с расслаблением и хорошим самочувствием [38].

Исследования показывают, что дыхательные упражнения с навязанным ритмом (или управляемые) более эффективны для расслабления, чем спонтанное дыхание [39]. Не случайно в последние годы разрабатываются методики и устройства для управления дыханием. Некоторые из устройств сочетают управление дыханием с биологической обратной связью [40]. Биологическая обратная связь позволяет повысить эффективность тренировки человека за счет визуального наблюдения за изменением собственных физиологических параметров, в том числе параметров сердечной деятельности, в режиме реального времени [41].

Максимальная эффективность медленного дыхания достигается при частоте 0,1 Гц (шесть циклов в минуту). Так, в исследовании оценивали два разных респираторных интервала: 5 с (0,2 Гц) и 10 с (0,1 Гц) [12]. Дыхание с частотой 0,1 Гц достоверно увеличивало синхронизацию колебаний сердечного ритма с дыхательными циклами и давало большую плотность мощности спектра ВСР по сравнению с частотой дыхания 0,2 Гц и спонтанным дыханием. Кроме того, в данном исследовании в группе испытуемых, страдавших нарушениями сна, в результате практики медленного дыхания уменьшились время засыпания, число пробуждений, возросла эффективность сна.

В работе [42] наблюдался рост дыхательной синусовой аритмии во время сеансов медленного дыхания (шесть циклов в минуту с различным соотношением вдоха и выдоха) по сравнению с дыханием в ритме 12 циклов в минуту. Y. Liu и соавт. [43] оценивали эффективность диафрагмального дыхания для улучшения качества сна медперсонала во время вспышки COVID-19. Испытуемым выдавались руководство по дыхательной технике, аудиозапись с фоновой музыкой и инструкциями, демонстрационное видео и запись самоподготовки. Использовали частоту дыхания 8–10 раз в минуту. Для оценки субъективного качества сна в начале и по завершении эксперимента применяли Питтсбургский индекс качества сна (PSQI), шкалу самооценки тревожности (SAS) и шкалу самооценки депрессии (SDS). Продолжительность каждой тренировоч-

ки составляла 30 минут не реже одного раза в день (в 20.00 каждый вечер в течение четырех недель). Показано улучшение общего качества сна, субъективного качества сна, уменьшение задержки сна и т.д. [43].

H. Tsai и соавт. [12] предположили, что вегетативная дисфункция может быть частью патологии бессонницы. Исследователи установили, что медленное дыхание с частотой 0,1 Гц способно повышать тонус блуждающего нерва и соответственно активность парасимпатической системы, что приводит к улучшению качества сна: сокращает латентность наступления сна и улучшает непрерывность ночного сна.

Эффективность воздействия глубокого медленного дыхания с частотой 0,1 Гц на качество сна по показателям полисомнографии также была показана L. Kuula и соавт. [44].

Влияние различных способов дыхания на физиологические параметры человеческого организма

Нарушения сна возникают при нарушениях равновесия между системами сна и бодрствования. Когда система, отвечающая за бодрствование, чересчур активизируется, сон становится поверхностным, с частыми пробуждениями. При засыпании вегетативная (или автономная) нервная система начинает более активно функционировать. В обычных условиях человек не может волевым усилием заставить сердце биться реже или мышцы желудка не сокращаться. Однако достичь сознательного влияния на многие процессы, контролируемые ВНС, можно косвенным путем. Например, регулируя параметры дыхания, можно изменить ЧСС.

У лиц с нарушением сна повышены симпатическая активность, уровень секреции адренокортикотропного гормона и кортизола (гормонов стресса), потребление кислорода организмом и глюкозы мозгом. Поэтому нарушения в работе ВНС вызывают нарушения сна, которые в свою очередь еще сильнее влияют на саму нервную систему, образуя замкнутый цикл. Большинство исследователей сходятся в том, что практика различных видов медленного дыхания активирует парасимпатическую ветвь ВНС и тормозит симпатическую [37, 45–50].

Взаимодействие симпатической и парасимпатической ветвей ВНС также модулирует ЧСС. В свою очередь взаимодействие сердечно-сосудистой и респираторной систем обеспечивает максимальный газообмен в легких при дыхании [41, 51, 52]. Эта связь осуществляется преимущественно блуждающим нервом [50].

При вдохе активность блуждающего нерва снижается (состояние низкого тонуса блуждающего нерва), соответственно уменьшается интервал между сердечными сокращениями. При выдохе активность блуждающего нерва увеличивается (тонус повышается), и интервал между сердечными сокращениями возрастает, то есть пульс замедляется. Увеличение и снижение ЧСС синхронно с дыханием называется



дыхательной синусовой аритмией [42, 53–55]. В то же время ЧСС модулируется посредством барорецепторного рефлекса. Повышение давления крови активирует барорецепторы в сердечных артериях. Когда барорецепторы сигнализируют блуждающему нерву, что кровяное давление стало слишком высоким, он дает команду к снижению ЧСС и кровяного давления [45, 56].

Параметры ВСП оптимальны при ритме дыхания около шести циклов в минуту, который в отдельных случаях может быть немного выше (6,5–7 циклов в минуту) или ниже (5–5,5 циклов в минуту). При таком ритме наблюдается максимум стимуляции блуждающего нерва вследствие механизма дыхательной аритмии сердца, поэтому его называют резонансным [45, 57].

Кроме модуляции активности отделов ВНС существуют и другие механизмы, объясняющие физиологические эффекты медленного дыхания. В обзоре кроме упомянутого усиления парасимпатической активности представлен механизм, предполагающий модуляцию активности обонятельной луковицы с помощью механорецепторов в своде носовой пазухи, регулирующей в свою очередь активность кортикальных структур мозга [50].

По мнению R. Jerath и соавт. [58], механизм воздействия пранаямы на нервную систему объясняется следующим образом: произвольное медленное глубокое дыхание функционально перезагружает ВНС посредством вызванных растяжением легочной ткани тормозных сигналов и токов гиперполяризации, которые синхронизируют нервные элементы в сердце, легких, лимбической системе и коре головного мозга. Во время вдоха растяжение легочной ткани порождает тормозные сигналы под воздействием медленно адаптирующихся рецепторов растяжения и тока гиперполяризации от фибробластов. Нейронные элементы синхронизируют как тормозные импульсы,

так и ток гиперполяризации, приводя к снижению метаболизма, что свидетельствует о преобладании парасимпатического тонуса.

В одном из исследований сказано, что практика пранаямы увеличивает частоту и продолжительность тормозных нейронных импульсов, активируя легочные барорецепторы во время глубокого вдоха, как в рефлексе Геринга – Бреера, что приводит к снятию симпатического тонуса в кровеносных сосудах скелетных мышц и последующей вазодилатации, способствующей снижению периферического сосудистого сопротивления и систолического кровяного давления [47]. В результате пранаямы после приема гиосцин-N-бутилбромида, парасимпатического блокатора, артериальное давление существенно не снижается, как это наблюдается в отсутствие препарата. Это также свидетельствует о преобладании парасимпатической активации в результате практики пранаямы.

Заключение

Методы управления состояниями сна и бодрствования с помощью регулируемого дыхания имеют древнюю историю, но сохранились до наших дней, трансформировавшись в современные оздоровительные методики, обычно ассоциируемые с альтернативной медициной. Тем не менее благодаря доказанной эффективности и отсутствию побочных эффектов эти методы заслуживают гораздо большего внимания в аспекте классической медицины в целом и сомнологии в частности. Повысить интерес к ним призваны проводимые на современном этапе научные исследования, раскрывающие физиологические механизмы влияния дыхательных упражнений на сон. *

Исследование выполнено за счет средств государственного бюджета и частично при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 20-013-00683а).

Литература

1. Дорохов В.Б., Пучкова А.Н. Нейротехнологии нефармакологической терапии нарушений сна. Журнал высшей нервной деятельности им. И.В. Павлова. 2022; 72 (1): 55–76.
2. Федотчев А.И. Современные нелекарственные методы регуляции сна у человека. Физиология человека. 2011; 37 (1): 126–135.
3. Chan N.Y., Chan J.W.Y., Li S.X., Wing Y.K. Non-pharmacological approaches for management of insomnia. Neurotherapeutics. 2021; 18 (1): 32–43.
4. Bertisch S.M., Wells R.E., Smith M.T., et al. Use of relaxation techniques and complementary and alternative medicine by American adults with insomnia symptoms: results from a national survey. J. Clin. Sleep Med. 2012; 8 (6): 681–691.
5. Чогъял Намкай Норбу. Йога сновидений и практика естественного света. Пер. с англ. СПб.: Шанг-Шунг, 2016.
6. Тендзин Вангъял Ринпоче. Тибетская йога сна и сновидений. Пер. с англ. М.: София, 2013.
7. Raghuraj P., Telles S. Immediate effect of specific nostril manipulating yoga breathing practices on autonomic and respiratory variables. Appl. Psychophysiol. Biofeedback. 2008; 33 (2): 65–75.
8. Srivastava R.D., Jain N., Singhal A. Influence on alternate nostril breathing on cardiorespiratory and autonomic functions in healthy young adults. Indian J. Physiol. Pharmacol. 2005; 49 (4): 475–483.
9. Kumar V., Malhotra V., Kumar S. Application of standardized yoga protocols as the basis of physiotherapy recommendation in treatment of sleep apneas: moving beyond pranayamas. Indian J. Otolaryngol. Head Neck Surg. 2019; 71 (1): 558–565.



10. Manjunath N.K., Telles S. Influence of Yoga & Ayurveda on self-rated sleep in a geriatric population. *Indian J. Med. Res.* 2005; 121 (5): 683.
11. Nivethitha L., Moovenan A., Manjunath N.K. Effects of various Prā āyāma on cardiovascular and autonomic variables. *Anc. Sci. Life.* 2016; 36 (2): 72–77.
12. Tsai H.J., Kuo T.B.J., Lee G.-S., Yang C.C.H. Efficacy of paced breathing for insomnia: Enhances vagal activity and improves sleep quality. *Psychophysiology.* 2015; 3 (52): 388–396.
13. Ma X., Yue Z.Q., Gong Z.Q., et al. The effect of diaphragmatic breathing on attention, negative affect and stress in healthy adults. *Front. Psychol.* 2017; 8: 874.
14. Bhavanani A.B., Sanjay Z. Immediate effect of sukha pranayama on cardiovascular variables in patients of hypertension. *Int. J. Hoga Ther.* 2011; 21 (1): 73–76.
15. Önder Ö.Ö. Efficacy of yoga and pranayama on sleep disorders. *Sleep Vigilance.* 2019; 3 (2): 95–100.
16. Kumar A., Venkatesh S. Effect of short-term practice of bhramari pranayama on sleep quality and perceived stress in school students. *Int. J. Physiol.* 2021; 9 (1): 1.
17. Kuppusamy M., Kamaldeen D., Pitani R., et al. Effects of Bhramari Pranayama on health – a systematic review. *J. Tradit. Complement. Med.* 2018; 8 (1): 11–16.
18. Udupa K., Bhavanani A.B., Vijayalakshmi P., et al. Effect of slow and fast pranayams on reaction time and cardiorespiratory variables. *Indian J. Physiol. Pharmacol.* 2005; 49 (3): 313–318.
19. Sharma V.K., Trakroo M., Subramaniam V., et al. Effect of fast and slow pranayama on perceived stress and cardiovascular parameters in young health-care students. *Int. J. Yoga.* 2013; 6 (2): 104–110.
20. Adhana R., Gupta R., Dvivedi J., Ahmad S. The influence of the 2:1 yogic breathing technique on essential hypertension. *Indian J. Physiol. Pharmacol.* 2013; 57 (1): 38–44.
21. Shannahoff-Khalsa D.S., Sramek B.B., Kennel M.B., Jamieson S.W. Hemodynamic observations on a yogic breathing technique claimed to help eliminate and prevent heart attacks: a pilot study. *J. Alternat. Complement. Med.* 2004; 10 (5): 757–766.
22. Шиваприянанда С. Секреты тантрического дыхания. Пер. с англ. М.: Старклайт, 2001.
23. Bhavanani A.B., Sanjay M.Z. Immediate effect of chandra nadi pranayama (left unilateral forced nostril breathing) on cardiovascular parameters in hypertensive patients. *Int. J. Yoga.* 2012; 5 (2): 108–111.
24. Samantaray S., Telles S. Nostril dominance at rest associated with performance of a left hemisphere-specific cancellation task. *Int. J. Yoga.* 2008; 1 (2): 56–59.
25. Shannahoff-Khalsa D.S. Selective unilateral autonomic activation: implications for psychiatry. *Cns. Spectrums.* 2007; 12 (8): 625–634.
26. Backon J., Matamoros N., Ramirez M., et al. A functional vagotomy induced by unilateral forced right nostril breathing decreases intraocular pressure in open and closed angle glaucoma. *Br. J. Ophthalmol.* 1990; 74 (10): 607–609.
27. Stančák Jr.A., Kuna M. EEG changes during forced alternate nostril breathing. *Int. J. Psychophysiol.* 1994; 18 (1): 75–79.
28. Srinivasan T.M. Pranayama and brain correlates. *Anc. Sci. Life.* 1991; 11 (1–2): 2–6.
29. Edinger J.D., Arnedt J.T., Bertisch S.M., et al. Behavioral and psychological treatments for chronic insomnia disorder in adults: an American Academy of Sleep Medicine clinical practice guideline. *J. Clin. Sleep Med.* 2021; 17 (2): 255–262.
30. Нестор Д. Дыхание: новые факты об утраченном искусстве. Пер. с англ. Минск: ООО «Попурри», 2021.
31. Doll A., Hölzel B.K., Bratec S.M., et al. Mindful attention to breath regulates emotions via increased amygdala–prefrontal cortex connectivity. *Neuroimage.* 2016; 134 (305): 13.
32. Малахов Г.П. Целебное дыхание. СПб.: ИК «Комплект», 1997.
33. Brton A., Lewith G.T. The Buteyko breathing technique for asthma: a review. *Complement. Ther. Med.* 2005; 13 (1): 41–46.
34. Muzik O., Reilly K.T., Diwadkar V.A. Brain over body – a study on the willful regulation of autonomic function during cold exposure. *Neuroimage.* 2018; 172 (632): 41.
35. Sudhir G.K., Smitha N., Narasimha Swamy K.N., Vinay H.R. Biofeedback as an assessment tool in measuring effectiveness of alternate nostril breathing (Nadi Shodhana Pranayama) amongst medical students. *J. Dent. Med. Sci.* 2015; 14: 1–3.
36. Coote J.H., Chauhan R.A. The sympathetic innervation of the heart: important new insights. *Auton. Neurosci. Basic Clin.* 2016; 199: 17–23.
37. Mendelowitz D. Advances in parasympathetic control of heart rate and cardiac function. *Physiology.* 1999; 14 (4): 155–161.
38. Homma I., Masaoka Y. Breathing rhythms and emotions. *Exp. Physiol.* 2008; 93 (9): 1011–1021.
39. Sharpe E., Lacombe A., Sadowski A., et al. Investigating components of pranayama for effects on heart rate variability. *J. Psychosom. Res.* 2021; 148: 110569.
40. De Witte N.A.J., Buyck L., Van Daele T. Combining biofeedback with stress management interventions: a systematic review of physiological and psychological effects. *Appl. Psychophysiol. Biofeedback.* 2019; 44 (2): 71–82.
41. Dillon A., Kelly M., Robertson I.H., Robertson D.A. Smartphone applications utilizing biofeedback can aid stress reduction. *Front. Psychol.* 2016; 7: 832.



42. Diest I.V., Verstappen K., Aubert A.E., et al. Inhalation/exhalation ratio modulates the effect of slow breathing on heart rate variability and relaxation. *Appl. Psychophysiol. Biofeedback*. 2014; 39: 171–180.
43. Liu Y., Jiang T.-T., Shi T.-Y., et al. The effectiveness of diaphragmatic breathing relaxation training for improving sleep quality among nursing staff during the COVID-19 outbreak: a before and after study. *Sleep Med*. 2021; 78: 8–14.
44. Kuula L., Halonen R., Kajanto K., et al. The effects of presleep slow breathing and music listening on polysomnographic sleep measures – a pilot trial. *Sci. Rep.* 2020; 10 (1): 7427.
45. Lehrer P., Vaschillo E., Lu S.-E., et al. Heart rate variability biofeedback: effects of age on heart rate variability, baroreflex gain, and asthma. *Chest*. 2006; 129 (2): 278–284.
46. Bernadi L., Porta C., Spicuzza L., et al. Slow breathing increases arterial baroreflex sensitivity in patients with chronic heart failure. *Circulation*. 2002; 105: 143–145.
47. Pramanik T., Sharma H.O., Mishra S., et al. Immediate effect of slow pace bhastrika pranayama on blood pressure and heart rate. *J. Altern. Complement. Med.* 2009; 15 (3): 293–295.
48. Zou Y., Zhao X., Hou Y.-Y., et al. Meta-analysis of effects of voluntary slow breathing exercises for control of heart rate and blood pressure in patients with cardiovascular diseases. *Am. J. Cardiol.* 2017; 120 (1): 148–153.
49. Prasad K., Sharma V., Lackore K., et al. Use of complementary therapies in cardiovascular disease. *Am. J. Cardiol.* 2013; 111 (3): 339–345.
50. Zaccaro A., Piarulli A., Laurino M., et al. How breath-control can change your life: a systematic review on psychophysiological correlates of slow breathing. *Front. Hum. Neurosci.* 2018; 12: 353.
51. Taylor J.A., Myers C.W., Halliwill J.R., et al. Sympathetic restraint of respiratory sinus arrhythmia: implications for vagal-cardiac tone assessment in humans. *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.* 2001; 280: 2804–2814.
52. Hirsch J.A., Bishop B. Respiratory sinus arrhythmia in humans: how breathing pattern modulates heart rate. *Am. J. Physiol.* 1981; 241 (4): H620–H629.
53. Malik M., Bigger J.T., Camm A.J., et al. Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Eur. Heart J.* 1996; 17 (3): 354–381.
54. Chang R.B., Strohlic D.E., Williams E.K., et al. Vagal sensory neuron subtypes that differentially control breathing. *Cell*. 2015; 161 (3): 622–633.
55. Tavares B.S., Vidigal G.P., Garner D.M., et al. Effects of guided breath exercise on complex behaviour of heart rate dynamics. *Clin. Physiol. Funct. Imaging*. 2017; 37 (6): 622–629.
56. Steffen P.R., Austin T., DeBarros A., Brown T. The impact of resonance frequency breathing on measures of heart rate variability, blood pressure, and mood. *Front. Public Health*. 2017; 5: 222.
57. Rzecinski S., Janson N.B., Balanov A.G., McClintock P.V. Regions of cardiorespiratory synchronization in humans under paced respiration. *Phys. Rev. E Stat. Nonlin. Soft Matter Phys.* 2002; 66: 051909.
58. Jerath R., Edry J.W., Barnes V.A., Jerath V. Physiology of long pranayamic breathing: neural respiratory elements may provide a mechanism that explains how slow deep breathing shifts the autonomic nervous system. *Med. Hypotheses*. 2006; 67 (3): 566–571.

Deep Slow Breathing and Sleep

M.M. Sazonova, D.E. Shumov, R.V. Suvorov, V.B. Dorokhov

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS

Contact person: Dmitry Ye. Shumov, dmitry-shumov@yandex.ru

Insomnia and other sleep disorders affect from 33 to 50% of the population, according to various data. Pharmacological treatment is not always effective so a growing interest in non-pharmacological methods of improving sleep is being observed currently. It includes traditional wellness techniques preserved in Asian cultures (yoga), with voluntary breath control to be an important component. The study of this heritage is necessary because in recent years breathing exercises have been promoted as non-pharmacological approach to solve sleep disorders.

In most population sleep disorders accompany autonomic nervous system (ANS) disorders. The latter is linked by a high level sympathetic activity during nap and falling asleep as well as during nocturnal sleep. The practice of slow deep breath activates the parasympathetic ANS and inhibits sympathetic one thus facilitating fall-asleep process.

Various indices of heart rate variability (HRV) are used to assess the ANS functional state. These indices are helpful to judge the body's health and adaptation capability. It is agreed that the breathing with 0.1 Hz frequency (6 times per minute) has the strongest positive effect on HRV indices that is so-called resonance frequency. The reason is because the breathing pattern like that applies the strongest stimulation influence on vagus nerve thus promoting parasympathetic response and reducing sympathetic one.

The current article reviews the history and the physiology of various breath control techniques to access relaxed state and to promote sleep.

Key words: sleep disorders, insomnia, breath, autonomic nervous system, yoga