[1] Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

[2] Национальный медицинский исследовательский центр терапии и профилактической медицины, Москва

[3] Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы

История развития позиционной терапии нарушений дыхания во сне: от пушечного ядра до интеллектуальных вибротактильных устройств

А.Р. Александров[1], М.В. Агальцов, к.м.н.[2], А.Р. Александрова[3], И.А. Кудашов, к.т.н., доц.[1]

Адрес для переписки: Андрей Романович Александров, aleksandrey99@gmail.com

Для цитирования: Александров А.Р., Агальцов М.В., Александрова А.Р., Кудашов И.А. История развития позиционной терапии нарушений дыхания во сне: от пушечного ядра до интеллектуальных вибротактильных устройств. Эффективная фармакотерапия. 2026; 22 (27): 84–92.

DOI 10.33978/2307-3586-2026-22-27-84-92

Позиционная терапия представляет собой отдельный метод коррекции позиционных нарушений дыхания во сне, основанный на ограничении сна в положении лежа на спине. В статье рассмотрена эволюция этого метода – от первых наблюдений связи между положением тела, храпом и нарушениями дыхания до научного обоснования позиционного лечения, разработки и внедрения в клиническую практику сенсорных вибротактильных устройств. Особое внимание уделено позиционному обструктивному апноэ сна (пОАС) как клинически значимому фенотипу, а также роли современных носимых устройств в его терапии. Проанализированы актуальные исследования, систематические обзоры и метаанализы, демонстрирующие, что вибротактильная позиционная терапия значительно сокращает продолжительность сна на спине и снижает индекс апноэ-гипопноэ у пациентов с пОАС. Представлены результаты сравнения позиционной терапии с ПАП- и терапией ротовыми аппликаторами, данные о комбинированном применении, показатели приверженности лечению, а также оценена возможность использования позиционной терапии при остаточных явлениях апноэ после операций на верхних дыхательных путях. Перспективы развития позиционной терапии связаны с дальнейшей миниатюризацией устройств, персонализацией вибротактильной стимуляции, цифровым контролем приверженности, дистанционным врачебным мониторингом и интеграцией дополнительных сенсоров для регистрации физиологических сигналов. Это может способствовать трансформации устройств позиционной терапии в интеллектуальные мультимодальные системы персонализированной медицины сна.

Ключевые слова: *позиционная терапия, обструктивное апноэ сна, нарушения дыхания во сне, вибротактильное устройство, позиционный фенотип*

Введение

Сон – одна из важнейших составляющих жизни человека. Во сне мы проводим около трети жизни: в это время организм восстанавливается, восполняет энергетические ресурсы, необходимые для дневной активности, обрабатывает полученную за день информацию и регулирует метаболические процессы.

Положение тела играет существенную роль в физиологии сна. Сон на спине считается одним из самых распространенных и универсальных, однако для отдельных категорий людей он может быть нежелательным и даже опасным, способствуя развитию ряда заболеваний. Примечательно, что рекомендации относительно правильной позы во сне встречаются уже в древних религиозных и медицинских текстах [1, 2].

В настоящее время хорошо изучена патологическая взаимосвязь дыхательных нарушений во сне (храп, частичное или полное перекрытие дыхательных путей – апноэ или гипопноэ) и положения тела на спине. Эта связь хорошо знакома как самим пациентам, так и членам их семей, поскольку именно храп и нарушения дыхания, усиливающиеся в положении лежа на спине, чаще всего становятся поводом для обращения за медицинской помощью.

Тесная взаимосвязь между сном на спине и выраженностью дыхательных нарушений позволяет рассматривать изменение положения тела как эффективный терапевтический подход у значительной части пациентов с позиционным фенотипом обструктивного апноэ сна (пОАС). Этот принцип лежит в основе так называемой

позиционной терапии (ПТ) – стратегии лечения храпа и нарушений дыхания во сне, направленной на принятие более безопасной позы. За последние 10–20 лет устройства для ПТ значительно эволюционировали: от громоздких и плохо переносимых моделей, непригодных для длительного применения, до компактных интеллектуальных систем. Сегодня в странах с развитой сомнологической службой такие устройства стали обязательным элементом арсенала методов лечения храпа и позиционно-зависимых форм апноэ.

Цель обзора – проследить историю развития ПТ, охарактеризовать ее современное состояние (с учетом появления новых устройств и клинических рекомендаций) и обсудить дальнейшие направления развития метода.

История позиционной терапии

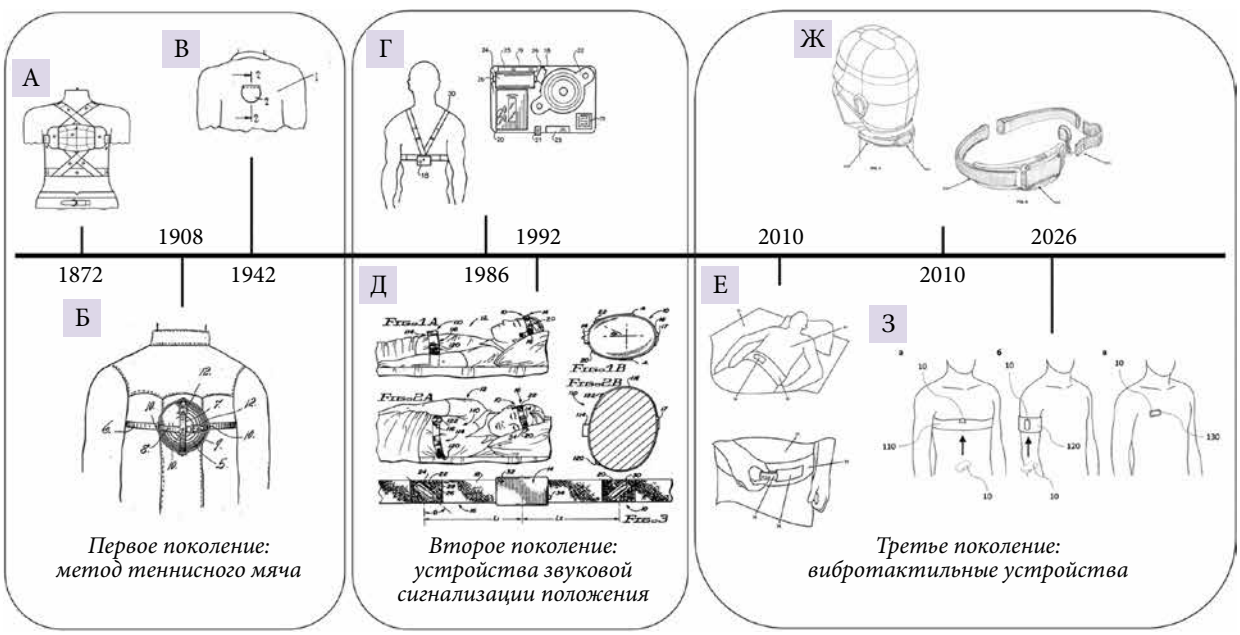
Ключевым этапом в становлении ПТ как самостоятельного метода лечения стало осознание, что положение тела во сне не просто сопутствующий фактор, а ведущая причина специфического фенотипа ОАС.

В 1984 г. R. Cartwright показала, что у части пациентов частота апноэ и гипопноэ значительно возрастает во сне в положении лежа на спине и существенно снижается на боку, заложив тем самым основу концепции позиционного фенотипа [3]. Таким образом, позиционная зависимость превратилась из описательного полисомнографического наблюдения в клинически значимый фенотип, определяющий выбор терапевтической тактики. Если положение тела способно влиять на выраженность обструкции верхних дыхательных путей, то его целенаправленное изменение становится логичной терапевтической мишенью – именно эта идея и легла в основу ПТ.

История ПТ началась задолго до официального признания пОАС отдельным клиническим фенотипом. Ранние устройства основывались на механическом ограничении сна в положении лежа на спине. Первые исторические упоминания о подобных приемах встречаются в источниках, посвященных войнам. Во время Войны за независимость США (1775–1783) и позднее, в годы Первой мировой войны (1914–1918), солдатам рекомендовали спать с рюкзаками, набитыми объемным материалом, или вшивали в спинку мундира небольшое пушечное ядро, чтобы предотвратить переворот на спину и тем самым уменьшить храп, который мог выдать местонахождение противнику [4].

Одна из первых задокументированных технологических попыток реализовать этот принцип относится к 1872 г., когда был выдан патент на устройство, предотвращающее переворачивание человека на спину во время сна [5]. Конструкция представляла собой громоздкое приспособление, закрепляемое ремнями на спине, и служила примером пассивного механического ограничителя (рис. А). Хотя устройство было разработано почти за столетие до изучения патофизиологии ОАС, принцип его действия совпадал с принципом работы многих последующих поколений позиционных устройств.

В начале XX в. появился еще ряд изобретений, специально предназначенных для борьбы с храпом. В 1900 г. L.E. Wilson запатентовал плечевой бандаж и приспособление от храпа, в котором регулируемые ремни сочетались с жестким металлическим выступом на спине [6]. Устройство должно было не только мешать сну на спине, но и стимулировать поворот на бок. В 1907 г. T. Thomas запатентовал конструкцию из ремней для ночного ношения, которая предотвращала сон на спине и, согласно описанию, уменьшала храп [7]. Годом позже C.F. Rohwer и L.F. Liebhardt независимо друг от друга запатентовали устройства с фиксацией на спине полого или сжимаемого шарика для ограничения сна на спине (рис. Б) [8, 9]. Эти конструкции важны в историческом



Эволюция устройств позиционной терапии

плане, поскольку внедрили базовую концепцию, которая позже стала широко известна как метод теннисного мячика: устройство не столько физически ограничивало пациента, сколько делало сон на спине неудобным, провоцируя смену позы.

Впоследствии эта идея была объединена с одеждой. В 1941 г. E. Boots запатентовал конструкцию ночной одежды с карманом на спине, куда можно было вставить «предмет от храпа», например шарик из губчатой резины (рис. В) [10]. Подобные решения постепенно вошли в рекомендации по лечению храпа.

В 1948 г. I. Robin обратил внимание на связь между сном на спине и храпом и предложил размещать под пижамой в области спины твердый предмет, чтобы ограничить сон в этом положении [11]. Эти ранние подходы показывают, что еще до четкого определения апноэ клиницисты и изобретатели осознавали: положение тела – потенциально изменяемый фактор для восстановления ночного дыхания. В дальнейшем идея получила широкое распространение как в клинической практике, так и в исследованиях. Для этой цели использовали теннисные мячи, пенопластовые блоки, ремни, рюкзаки, специальные подушки, а затем и специальные жилеты.

В 1980-х гг., когда известная связь между храпом и положением тела получила новое научное осмысление, произошел переход от эмпирических методов борьбы с храпом к доказательной ПТ. N. Kavey и соавт. одними из первых провели систематическую оценку простого позиционного вмешательства у пациентов с нарушениями дыхания во сне. Пациентам предлагалось прикрепить к задней части пижамы мячик (часто в носке), чтобы предотвратить сон на спине [12]. Результаты исследований впервые научно подтвердили эффективность подхода: время в положении лежа на спине существенно сократилось, что привело к снижению индекса апноэ/гипопноэ (ИАГ) – основного критерия тяжести болезни – на 80,4% по сравнению с исходными показателями.

Привлекательность ранних методов была очевидна: они были недорогими, доступными и физиологически обоснованными, особенно у пациентов, у которых нарушения дыхания возникали преимущественно или исключительно в положении лежа на спине. Однако тот же механизм, который обеспечивал эффективность, был и главным недостатком. Традиционные устройства создавали физический дискомфорт при попытке перевернуться на спину. Мячики, жилеты, жесткие выступы могли вызывать боль, давление, но главное – приводили к пробуждениям и фрагментации сна, резко снижая его качество. Несмотря на значительное сокращение продолжительности сна на спине и уменьшение храпа и апноэ, долгосрочная приверженность пациентов оставалась низкой [13, 14].

Указанные ограничения стимулировали разработку более сложных механических систем. В 1990 г. D. Rodgers запатентовал устройство для предотвращения сна на спине, состоявшее из множества регулируемых выступов, прикрепленных к спине пациента [15]. Устройство должно было заставлять спящего принять иное положение или вызывать легкое пробуждение для поддержания дыхания и предотвращения храпа. Остроту выступов можно было регулировать, изменяя площадь поверхности, толщину или сжимаемость материала, окружавшего выступы. В 1994 г. Y. Furman представил Snorr Ball – жилет с шариками на спине, препятствующими сну в положении лежа на спине [16]. Впоследствии аналогичные концепции появились в коммерческих бамперах и жилетах.

К концу 1990-х гг. ПТ все чаще оценивалась не просто как поведенческая мера, а как потенциальная альтернатива лечению отдельных пациентов с ОАС. В 1999 г. было проведено рандомизированное перекрестное исследование, в котором сравнивали ПТ и терапию постоянным положительным давлением в верхних дыхательных путях (ПАП-терапия) у 13 пациентов [17]. ПТ с использованием рюкзака с мячом для софтбола заметно сократила период времени, проведенный на спине. Оба вмешательства снизили тяжесть ОАС, хотя ПАП-терапия привела к большему снижению ИАГ: с 17,9 события/ч исходно до 3,4 события/ч против 9,5 события/ч при ПТ. Исследование выявило характерную особенность ПТ, сохраняющуюся и сегодня: у определенной категории пациентов она способна существенно снизить частоту респираторных событий. Параллельно продолжалось совершенствование конструкции устройств. В 2002 г. J.A. Parker получил патент на устройство, ограничивающее движение. В приспособлении использовалась задняя накладка особой формы для предотвращения перекатывания спящего на спину [18]. Даже в 2010-х гг. регистрировались патенты, описывавшие вариации того же принципа механической фиксации, что и сто лет назад. Например, в патенте J. Crocetti 2013 г. описан громоздкий клиновидный элемент, который прикрепляется к туловищу [19]. Несмотря на различия в геометрии и материалах, терапевтический механизм этих устройств оставался общим с прототипами XIX в. Таким образом, первое столетие ПТ характеризовалось преимущественно пассивными механическими подходами. Их техническое несовершенство заключалось в том, что изменение позы достигалось за счет дискомфорта или физических ограничений, что делало невозможным устойчивое долгосрочное использование.

Это ограничение в итоге изменило направление технологического развития ПТ. Вместо физического предотвращения сна на спине следующее поколение устройств ПТ стремилось автоматически определять смену положения и подавать контролируемый сигнал только при необходимости, побуждая спящего повернуться, но не создавать постоянных механических барьеров.

Одним из ключевых разработчиков данного подхода стала R. Cartwright. Она исследовала, можно ли обучить пациентов избегать позы, связанной с наибольшим числом респираторных событий. В предварительном исследовании 1985 г. R. Cartwright и соавт. участвовало десять мужчин с пОАС. Исследователи использовали гравитационный датчик положения тела, который крепился на груди [20]. Если пациент оставался

в положении лежа на спине более 15 секунд, устройство подавало звуковой сигнал, побуждая изменить позу. Такое вмешательство значительно уменьшило как число приступов апноэ, так и эпизодов десатурации кислородом. Примечательно, что в последующую ночь, когда прибор не активировался, у пяти пациентов состояние значительно улучшилось просто после того, как им было рекомендовано спать на боку. Эти наблюдения выдвинули важную новую идею: ПТ потенциально способна тренировать положение тела во сне, а не просто механически его блокировать.

Впоследствии R. Cartwright и соавт. расширили данную концепцию в более масштабном сравнительном исследовании с участием 60 пациентов с пОАС [21]. Им назначались различные стратегии лечения, включая обучение сну на боку с помощью устройства, подающего звуковые сигналы. Результаты показали, что в каждой группе более чем у половины участников ИАГ во время лечения был в пределах нормы. Важно, что некоторые пациенты сохраняли сформированный паттерн положения тела даже после прекращения использования ПТ. В итоге к началу 1990-х гг. ПТ больше не рассматривалась исключительно как физическое препятствие для сна. ПТ все чаще понимали как форму поведенческого вмешательства, при которой биологическая обратная связь может постепенно сформировать у пациента более благоприятную позу для сна.

Эта концепция стимулировала разработку новых типов электронных устройств. В конце 1980-х и 1990-х гг. было предложено несколько систем, сочетавших гравитационные датчики положения, схемы временной задержки и звуковые сигналы (рис. Г, Д) [22–24]. В отличие от теннисных мячей, жилетов с выступами или рюкзаков эти устройства физически не мешали пациенту лежать на спине. Вместо этого они определяли нежелательное положение и подавали сигнал только при необходимости. Однако у звуковых сигналов был очевидный недостаток: они могли разбудить не только пациента, но и окружавших его людей. Поэтому следующей технологической задачей стало создание тактильного стимула, который вызывал бы смену позы, но не приводил к полному пробуждению и не мешал окружающим.

Внедрение вибротактильной обратной связи стало следующим важным шагом в развитии ПТ (рис. Е, Ж, З). Вместо постоянного ограничения движений или звуковых сигналов системы использовали миниатюрные датчики положения и подавали локальную вибрацию до тех пор, пока спящий не изменит позу. Это коренным образом изменило терапевтический принцип: устройство превратилось в интерактивную систему с замкнутым контуром, которая непрерывно отслеживала положение тела и вмешивалась в процесс только при обнаружении заранее определенной нежелательной позы.

Ранние исследования подтвердили целесообразность такого подхода. В 2011 г. J. Bignold и соавт. в ходе рандомизированного перекрестного исследования оценили вибротактильное устройство для контроля и коррекции положения тела [25]. Терапия сократила среднее время сна на спине с 19,3 до 0,4% и снизила ИАГ примерно с 25 до 13,7 события/ч. Важно, что устройство также регистрировало положение тела, обеспечивая объективный мониторинг как воздействия, так и реакции на него – функция, практически недоступная при использовании традиционных методов первого поколения.

Еще одной важной вехой стала разработка тренажера для ПТ голландской группой исследователей. Устройство, надеваемое на грудь, непрерывно отслеживало положение тела, создавало постепенно усиливавшуюся вибрацию, когда пациент принимал положение лежа на спине, и прекращало обратную связь, как только поза менялась. В раннем клиническом исследовании среднее время сна на спине сократилось с 49,9 до 0%, а средний ИАГ снизился с 16,4 до 5,2 события/ч; у 15 пациентов ИАГ нормализовался полностью [26, 27]. Эффективность сна сохранялась на нормальном уровне, а объективная краткосрочная приверженность лечению составляла 80–82%. Последующее сравнение с традиционным методом теннисного мяча показало, что оба подхода эффективно снижают продолжительность сна на спине, но вибротактильное устройство обеспечивает более благоприятные показатели качества сна и эффективности лечения, иллюстрируя преимущества контролируемой сенсорной обратной связи [14].

Эволюция устройств ПТ также привела к появлению функций, улучшающих комплаентность. Речь идет об отложенном старте (для комфортного засыпания в любой позе, аналог времени RAMP при ПАП-терапии), автоматическом определении положения во время сна, постепенно нарастающей, а не фиксированной стимуляции (аналог титрации давления при ПАП-терапии), объективном мониторинге соблюдения режима и цифровом хранении данных о ночном лечении. Все это дало толчок к появлению доступных для массового применения устройств для ПТ.

В настоящее время существует несколько носимых систем вибротактильной ПТ, отличающихся форм-фактором, местом крепления, алгоритмами обратной связи и возможностями мониторинга положения тела. Среди наиболее известных – Night Shift Sleep Positioner (США), фиксируемый на шее или груди с помощью ремешка; NightBalance (Нидерланды), нагрудное устройство от Philips; Somnibel (Испания), миниатюрный тренажер, фиксируемый клейким патчем на лбу. В России это направление представлено устройством SoftSleep – компактной системой для ношения на груди, предназначенной для определения положения тела и вибротактильной обратной связи. На сегодняшний день устройство прошло первый этап апробации и находится в стадии клинических исследований и получения регистрационного удостоверения медицинского изделия.

Таким образом, современные вибротактильные системы принципиально отличаются от устройств первых поколений. Традиционные средства ПТ (теннисные мячи, жесткие бамперы, рюкзаки) обеспечивают постоянное механическое воздействие, делая сон на спине неудобным и побуждая пациента изменить позу. Напротив, устройства нового поколения непрерывно

отслеживают положение тела с помощью миниатюрных датчиков и подают вибротактильный сигнал только при обнаружении сна на спине, прекращая стимуляцию после смены позы.

Современное положение позиционной терапии в лечении нарушений дыхания во сне

За последние 10–15 лет место ПТ в лечении ОАС существенно изменилось. Исторически она рассматривалась как простая поведенческая мера лишь для ограниченной подгруппы пациентов. Это было вполне обоснованно. В 2011 г. целевая группа Европейского респираторного общества (European Respiratory Society, ERS) пришла к выводу, что ПТ приводит лишь к умеренному снижению ИАГ, явно уступает ПАП-терапии и имеет низкую долгосрочную приверженность [28]. Поэтому ПТ рекомендовалась только тщательно отобранным пациентам. Однако важно отметить, что большая часть имевшихся на тот момент исследований базировалась на использовании метода теннисного мяча, бамперов и жестких жилетов, эффект которых напрямую влиял на качество сна, а долгосрочная приемлемость была предсказуемо низкой.

Появление вибротактильных устройств кардинально изменило ситуацию. Данные, накопленные с 2010-х гг., показали, что это поколение устройств может значительно сократить продолжительность сна на спине и у пациентов с истинным позиционным фенотипом – существенно снизить частоту респираторных событий, сохраняя при этом комфортный и полноценный сон.

Систематический обзор и метаанализ, посвященный вибротактильной ПТ, включал 18 исследований (десять рандомизированных контролируемых и восемь когортных) [29]. Объединенные данные продемонстрировали снижение ИАГ примерно на 9 событий/ч и уменьшение времени сна на спине на 33%. Полученные результаты подтвердили, что современная ПТ является воспроизводимой терапевтической технологией.

Еще один недавний метаанализ китайских исследователей продемонстрировал, что ПТ обеспечивает клинически значимое снижение ИАГ, сравнимое с терапией ротовыми аппликаторами, тогда как ПАП-терапия по-прежнему превосходит оба метода в максимальном подавлении респираторных событий [30]. Эти данные подтверждают стратегию лечения, основанную на фенотипе апноэ, при которой ПТ может рассматриваться как первичное лечение у пациентов с пОАС, а не только как метод, применяемый при неэффективности традиционных вмешательств. К аналогичным выводам пришли и итальянские исследователи [31].

Прямое сравнение ПТ и ПАП-терапии позволило более полно оценить место ПТ в ряду терапевтических вмешательств. Несомненно, ПАП-терапия остается более эффективным методом в подавлении респираторных нарушений и, как правило, приводит к полной ремиссии. Однако физиологическая эффективность – лишь один из компонентов реальной клинической пользы. В многоцентровом исследовании R. Berry и соавт. сравнили позиционный тренер NightBalance и АПАП-терапию (с автоматическим подбором давления) при пОАС [32]. ПТ обеспечила не меньшую эффективность и более высокий уровень приверженности по сравнению с АПАП: остаточный ИАГ был ниже при использовании АПАП (7,29 ± 6,8 против 3,71 ± 5,1 события/ч), но ПТ использовалась значительно дольше (345,3 ± 111,22 против 286,98 ± 128,9 минуты). Участники исследования также оценили ПТ как более удобный и простой в использовании метод.

В другой недавней работе показано, что ПТ и ПАП-терапия приводят к сходному клинически значимому улучшению по Эпвортской шкале сонливости при симптоматическом пОАС легкой и умеренной степени, несмотря на большее снижение ИАГ при ПАП-терапии [33]. Поэтому авторы поддержали ПТ как альтернативный вариант терапии первой линии у надлежащим образом отобранных пациентов. Аналогичные результаты получены исследователями из Индии [34].

Сравнение с терапией ротовыми аппликаторами дополнительно подтверждает фенотип-ориентированный подход. В многоцентровом рандомизированном исследовании как ПТ, так и ротовые аппликаторы значительно снижали ИАГ при легком и умеренном пОАС без существенной разницы в общей эффективности [35]. При длительном наблюдении эффективность ПТ сохранялась в течение 12 месяцев и была сопоставима с таковой ортодонтического лечения у пациентов с легкой и умеренной формой пОАС. При этом приверженность была относительно высокой и не различалась между группами [36].

Метаанализ 2024 г. также не выявил существенной разницы между ПТ и ротовыми аппликаторами в отношении общего ИАГ, ИАГ в положении лежа на спине, среднего насыщения кислородом, индекса десатурации, эффективности сна, приверженности или функциональных результатов, хотя ПТ приводила к большему снижению времени сна на спине [37]. Таким образом, выбор метода лечения должен учитывать фенотип ОАС, переносимость и предпочтения пациента.

Современная ПТ все чаще рассматривается как часть комбинированного лечения ОАС. Остаточная обструкция, зависящая от положения нижней челюсти, может сохраняться во время терапии, направленной на выдвижение челюсти вперед, или после частично эффективных вмешательств. Показано, что сочетание ПТ с использованием ортодонтического устройства снижает ИАГ в большей степени, чем каждое лечение в отдельности. В исследовании M. Dieltjens и соавт. медиана ИАГ снизилась с 20,8 события/ч исходно до примерно 11 событий/ч при любом лечении в отдельности и до 5,7 события/ч при комбинированной терапии [38]. Это иллюстрирует, как ПТ может воздействовать на определенный остаточный механизм обструкции, не конкурируя с другой терапией. Данная концепция хорошо вписывается в персонализированную медицину сна.

В другом исследовании показано, что современная вибротактильная ПТ сочетает эффективное избегание положения на спине с хорошей переносимостью. Среднее время использования устройства составило 6,7 часа в сутки, более 60% пациентов соответствовали заранее установленным критериям, а время, проведенное

на спине, сократилось до 2,9%. Высокая удовлетворенность пациентов и низкая частота побочных эффектов способствуют переходу от плохо переносимых механических методов к носимой вибротактильной ПТ [39].

ПТ также может играть важную роль в лечении остаточных проявлений ОАС после оперативных вмешательств на верхних дыхательных путях. В испанском исследовании среди пациентов, не вылеченных хирургическим методом, распространенность позиционного ОАС увеличилась с 25,6% до операции до 53,9% после операции, при этом у 23,1% пациентов был достигнут ИАГ < 5 событий/ч во время сна не на спине. Таким образом, у этих пациентов дополнительная ПТ потенциально могла бы контролировать остаточную болезнь без повторного хирургического вмешательства [40]. Среди пациентов, которое была предложена ПТ, половина согласилась на лечение, а 88,9% пользователей сообщили о высокой удовлетворенности. Исходя из этого, можно предположить, что хирургическое вмешательство в ряде случаев способно трансформировать обычное ОАС в пОАС, которое хорошо поддается лечению с помощью позиционных устройств.

Приверженность терапии остается главной проблемой эффективного применения любого метода лечения ОАС. Вибротактильные устройства демонстрируют явно более высокую переносимость по сравнению с традиционным методом теннисного мяча. В рандомизированном исследовании эффективное использование вибротактильной ПТ составило 75,9%, метода теннисного мяча – 42,3% [14]. Однако и электронные устройства не исключают прекращения использования. В исследовании E. de Corso и соавт. ношение устройства на шее снизило средний ИАГ с 21,9 до 12 событий/ч; примерно 55% пациентов достигли снижения как минимум на 50%. Однако только 41,6% участвовавших в шестимесячном исследовании продолжали регулярно пользоваться устройством [41]. Иными словами, для успешной ПТ требуется нечто большее, чем просто определение ИАГ. Привычная поза во время сна, остаточные события вне положения лежа на спине, реакция на стимуляцию, комфорт и мотивация – все эти параметры должны учитываться при отборе пациентов и последующем наблюдении.

В многоцентровом двойном слепом исследовании J.L. Kelly и соавт. подтвердили, что ношение вибротактильного устройства для ПТ на шее значительно снижает тяжесть ОАС в течение трех месяцев по сравнению с плацебо и улучшает субъективные результаты [42].

В пилотном исследовании оценивали эффективность разработанной в России системы для ПТ SoftSleep у здоровых добровольцев. Доля времени сна на спине снизилась с 56,01 до 7,84%, при этом общая продолжительность сна существенно не изменилась (7 часов 39 минут против 7 часов 42 минут). 90% участников оценили сон с устройством как очень хороший или достаточно хороший. Поскольку в исследовании участвовали здоровые добровольцы, оно не может подтвердить эффективность в коррекции респираторных событий при ОАС, но демонстрирует, что выраженное изменение положения тела может быть достигнуто без явного ухудшения продолжительности сна или его субъективного качества, и поддерживает дальнейшую клиническую оценку устройства при пОАС.

Технологический сдвиг в разработке ПТ нашел отражение и в клинических рекомендациях. Если в документе ERS 2011 г. ПТ рассматривалась как явно уступающая ПАП-терапии и ограниченная тщательно отобранными пациентами, то в руководстве ERS 2021 г. представлена принципиально иная позиция [43]. Для взрослых с легким и умеренным ОАС, зависящим от положения тела (при котором ИАГ на спине по меньшей мере вдвое превышает ИАГ в другом положении), и при отсутствии сопутствующих заболеваний, не связанных с положением тела, клиническое руководство рекомендует выбор между вибрационной ПТ и ПАП-терапией. При легком пОАС может быть рекомендована либо ПТ, либо ортодонтическое устройство. Важно, что данная рекомендация специально ограничена вибрационными устройствами, поскольку использование старых механических методов остается проблематичным. Изменение статуса ПТ не просто пересмотр того же метода, но в значительной степени отражает переход от неудобных пассивных удерживающих устройств к более переносимым вибротактильным системам.

Очевидно, что ПАП остается предпочтительным методом, когда требуется максимальный контроль респираторных событий, особенно у пациентов с тяжелым ОАС, не зависящим от положения тела, выраженной гипоксемией или тяжелыми коморбидными формами. Когда же ОАС преимущественно или почти исключительно проявляется во время сна на спине, само положение тела становится основным модифицируемым компонентом заболевания. В этом случае современная вибротактильная ПТ должна рассматриваться как опция на ранней стадии принятия терапевтического решения – либо в качестве монотерапии, либо как часть комбинированной стратегии. Ее роль лучше всего понимается не в рамках жесткой иерархии первой и второй линий, а в модели, основанной на определении фенотипа апноэ, где наименее обременительное и наиболее комплаентное лечение выбирается в соответствии с доминирующими у конкретного пациента механизмами. Эта интерпретация согласуется с современными рекомендациями ERS и новыми метааналитическими данными, подтверждающими выбор лечения в зависимости от позиционного фенотипа при ОАС.

Будущее позиционной терапии

Следующий этап развития ПТ, вероятно, будет определяться не столько самим принципом предотвращения сна на спине, сколько совершенствованием способов контроля положения тела и созданием более избирательных, персонализированных и комфортных методов воздействия. Современные вибротактильные устройства уже сокращают продолжительность сна на спине и тяжесть ОАС, однако долгосрочная приверженность лечению, надлежащий отбор пациентов и ориентированные на пациента результаты остаются важными областями для дальнейших исследований.

Основными технологическими тенденциями являются дальнейшая миниатюризация и оптимизация интерфейса устройства с корпусом. Современные системы демонстрируют, что позиционная обратная связь может передаваться из разных анатомических зон (грудь, шея, лоб), а новейшие носимые технологии для сна показывают возможность использования компактных адгезивных датчиков на грудной клетке. Будущие системы ПТ могут эволюционировать в сторону более легких модулей, мягких эргономичных ремней, клейких пластырей и альтернативных мест крепления, выбираемых с учетом индивидуального комфорта, особенностей телосложения и привычной позы для сна. Новейшие нагрудные системы, в том числе российская разработка, отражают продолжающуюся тенденцию к созданию компактных носимых устройств. Удобство ношения особенно важно, поскольку клиническая эффективность ПТ зависит не только от физиологической эффективности, но и от регулярного ночного использования.

Ожидается дальнейший прогресс в персонализации вибротактильной стимуляции. В существующих системах уже предусмотрены функции отложенного старта и выбора уровня вибрации (интенсивность, продолжительность). Дальнейшим логичным шагом станет разработка самообучающихся алгоритмов, способных определять наиболее эффективный стимул для каждого пациента, запоминать, какие схемы стимуляции надежно предотвращают сон на спине, и динамически корректировать обратную связь в течение последующих ночей. Такие алгоритмы могут уменьшить число ненужных активаций и пробуждений, а также компенсировать привыкание к повторной стимуляции.

Перспективным направлением является цифровой мониторинг приверженности лечению и его эффективности. Устройства нового поколения смогут автоматически сохранять данные о продолжительности использования, продолжительности сна на спине, количестве и интенсивности вибрационных стимулов, а также реакции пациента на них с последующей передачей информации в мобильное приложение. В некоторых современных системах такие функции уже реализованы, но в дальнейшем они, вероятно, станут стандартом. Дополнительным направлением развития может стать создание специализированных интерфейсов для врача, позволяющих дистанционно оценивать комплаентность, динамику позиционного поведения и эффективность терапии по объективным данным устройства, а при необходимости корректировать параметры лечения.

Другим важным направлением является переход от одноцелевых тренажеров к мультимодальным платформам для мониторинга сна. Носимые системы уже могут сочетать инерциальное измерение с электрокардиографией, фотоплетизмографией, измерением частоты сердечных сокращений, дыхательных движений, сатурации крови, акустических сигналов и температуры кожи во сне [44–46]. Например, новейшие пластырные системы способны одновременно регистрировать ориентацию тела, кардиореспираторную активность, акустическую информацию и температуру с помощью компактного торакального модуля [47]. Интеграция выбранных датчиков в будущие устройства позволит получать информацию не только о том, лежит ли пациент на спине, но и о том, действительно ли это положение связано с нарушением дыхания.

Это делает возможным более селективную ПТ с замкнутым контуром. Вместо того чтобы активировать вибрацию при каждом обнаружении положения на спине, будущие концепции могут включать стимуляцию только тогда, когда поза на спине совпадает с признаками апноэ или гипопноэ. Такая стимуляция пока не является установленным стандартом ПТ и должна рассматриваться как перспективная концепция.

Акустическое зондирование – еще одно перспективное направление. Компания NightShift уже продемонстрировала, что позиционное устройство может включать микрофон и определять интенсивность храпа, одновременно отслеживая положение тела [48]. Будущие системы могут регистрировать интенсивность храпа и другие акустические сигналы в сочетании с позой, активируя обратную связь только тогда, когда сон на спине сопровождается клинически значимым храпом или нарушениями дыхания. Такой подход позволит уменьшить число ненужных стимуляций у пациентов, у которых сон на спине не всегда сопровождается респираторными нарушениями.

Перспективное развитие ПТ связано с переходом от простой коррекции положения тела к компактным адаптивным мультимодальным системам с замкнутым контуром управления, которые смогут учитывать индивидуальные физиологические реакции пациента и обеспечивать своевременное минимально необходимое терапевтическое воздействие.

Заключение

Позиционная терапия претерпела значительные изменения, превратившись из простых механических барьеров, препятствовавших сну на спине, в компактные интеллектуальные вибротактильные системы, способные непрерывно отслеживать положение тела и обеспечивать селективную обратную связь. Этот технологический прогресс повысил комфорт лечения, позволил объективно оценивать приверженность пациентов терапии и укрепил доказательную базу в пользу ПТ у пациентов с пОАС. Таким образом, современную ПТ не стоит рассматривать исключительно как вспомогательный метод или вариант последней линии после неэффективного лечения традиционными средствами. Напротив, она заслуживает более заметного места в современной медицине сна как фенотип-ориентированная, неинвазивная и хорошо переносимая терапевтическая стратегия. Дальнейшее развитие адаптивных алгоритмов, мультимодальных датчиков и цифрового мониторинга расширит клинические возможности ПТ и будет способствовать ее более широкой интеграции в повседневную практику врачей-сомнологов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Bahammam A.S. Sleep from an Islamic perspective. Ann. Thorac. Med. 2011; 6 (4): 187–192.
2. Ancoli-Israel S. 'Sleep is not tangible' or what the Hebrew tradition has to say about sleep. Psychosom. Med. 2001; 63 (5): 778–787.
3. Cartwright R.D. Effect of sleep position on sleep apnea severity. Sleep. 1984; 7 (2): 110–114.
4. Ravesloot M.J.L, van Maanen J.P., Dun L., de Vries N. The undervalued potential of positional therapy in position-dependent snoring and obstructive sleep apnea – a review of the literature. Sleep Breath. 2013; 17 (1): 39–49.
5. Sullivan R.T. US Patent 132,500. US Patent and Trademark Office; 1872.
6. Wilson L.E. US Patent 663,825. US Patent and Trademark Office; 1900.
7. Thomas T. US Patent 852,638. US Patent and Trademark Office; 1907.
8. Rohwer C.F. US Patent 876,491. US Patent and Trademark Office; 1908.
9. Liebhardt L.F. US Patent 898,379. US Patent and Trademark Office; 1908.
10. Boots E.R. US Patent 2,304,235. US Patent and Trademark Office; 1942.
11. Robin I.G. Snoring. Proc. R. Soc. Med. 1948; 41 (3): 151–153.
12. Kavey N.B., Blitzer A., Gidro-Frank S., Korstanje K. Sleeping position and sleep apnea syndrome. Am. J. Otolaryngol. 1985; 6 (5): 373–377.
13. Bignold J.J., Deans-Costi G., Goldsworthy M.R., et al. Poor long-term patient compliance with the tennis ball technique for treating positional obstructive sleep apnea. J. Clin. Sleep Med. 2009; 5 (5): 428–430.
14. Eijsvogel M.M., Ubbink R., Dekker J., et al. Sleep position trainer versus tennis ball technique in positional obstructive sleep apnea syndrome. J. Clin. Sleep Med. 2015; 11 (2): 139–147.
15. Rodgers D.L. US Patent 4,958,644. US Patent and Trademark Office; 1990.
16. Furman Y. US Patent D352,377. US Patent and Trademark Office; 1994.
17. Jokic R., Klimaszewski A., Crossley M., et al. Positional treatment vs continuous positive airway pressure in patients with positional obstructive sleep apnea syndrome. Chest. 1999; 115 (3): 771–781.
18. Parker J.A. US Patent 6,357,444. US Patent and Trademark Office; 2002.
19. Crocetti J. US Patent Application 20130014766. US Patent and Trademark Office; 2013.
20. Cartwright R.D., Lloyd S., Lilie J., Kravitz H. Sleep position training as treatment for sleep apnea syndrome: a preliminary study. Sleep. 1985; 8 (2): 87–94.
21. Cartwright R.D., Diaz F., Lloyd S. The effects of sleep posture and sleep stage on apnea frequency. Sleep. 1991; 14 (4): 351–353.
22. Lloyd S.R. US Patent 4,617,525. US Patent and Trademark Office; 1986.
23. Echols W.R. US Patent 5,081,447. US Patent and Trademark Office; 1992.
24. Pfeifer T. US Patent Application 12/416,613. US Patent and Trademark Office; 2009.
25. Bignold J.J., Mercer J.D., Antic N.A., et al. Accurate position monitoring and improved supine-dependent obstructive sleep apnea with a new position recording and supine avoidance device. J. Clin. Sleep Med. 2011; 7 (4): 376–383.
26. Van Maanen J.P., Richard W., van Kesteren E.R., et al. Evaluation of a new simple treatment for positional sleep apnoea patients. J. Sleep Res. 2012; 21 (3): 322–329.
27. Van Maanen J.P., Meester K.A., Dun L.N., et al. The sleep position trainer: a new treatment for positional obstructive sleep apnoea. Sleep Breath. 2013; 17 (2): 771–779.
28. Randerath W.J., Verbraecken J., Andreas S., et al. Non-CPAP therapies in obstructive sleep apnoea. Eur. Respir. J. 2011; 37 (5): 1000–1028.
29. ALQarni A.S., Turnbull C.D., Morrell M.J., et al. Efficacy of vibrotactile positional therapy devices on patients with positional obstructive sleep apnoea: a systematic review and meta-analysis. Thorax. 2023; 78 (11): 1126–1134.
30. Song G.Q., Zhou S., He T.L., et al. Individualized treatment selection for obstructive sleep apnea: network meta-analysis focusing on position-dependent patients. BMC Pulm. Med. 2026; 26 (1): 228.
31. Battaglia E., Poletti V., Volpato E., Banfi P. Positional therapy: a real opportunity in the treatment of obstructive sleep apnea? An update from the literature. Life (Basel). 2025; 15 (8): 1175.
32. Berry R.B., Uhles M.L., Abaluck B.K., et al. NightBalance Sleep Position Treatment Device versus auto-adjusting positive airway pressure for treatment of positional obstructive sleep apnea. J. Clin. Sleep Med. 2019; 15 (7): 947–956.
33. Wilson M.R., Carroll R., Kinder S., et al. Prospective crossover trial of positional and CPAP therapy for the treatment of mild-to-moderate positional obstructive sleep apnea. J. Clin. Sleep Med. 2025; 21 (2): 305–313.
34. Srijithesh P.R., Aghoram R., Goel A., Dhanya J. Positional therapy for obstructive sleep apnoea. Cochrane Database Syst. Rev. 2019; 5: CD010990.
35. Benoist L., de Ruiter M., de Lange J., de Vries N. A randomized, controlled trial of positional therapy versus oral appliance therapy for position-dependent sleep apnea. Sleep Med. 2017; 34: 109–117.

36. De Ruiter M.H.T., Benoist L.B.L., de Vries N., de Lange J. Durability of treatment effects of the Sleep Position Trainer versus oral appliance therapy in positional OSA: 12-month follow-up of a randomized controlled trial. Sleep Breath. 2018; 22 (2): 441–450.
37. Mohamed A.M., Mohammed O.M., Liu S., et al. Oral appliance therapy vs positional therapy for managing positional obstructive sleep apnea: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. BMC Oral Health. 2024; 24 (1): 666.
38. Dieltjens M., Vroegop A.V., Verbruggen A.E., et al. A promising concept of combination therapy for positional obstructive sleep apnea. Sleep Breath. 2015; 19 (2): 637–644.
39. Hidalgo-Armas L., Inglés S., Vaca R., et al. Patient compliance and satisfaction with a new forehead device for positional obstructive sleep apnoea treatment: a post hoc analysis of a randomised controlled trial. BMJ Open Respir. Res. 2023; 10 (1): e001503.
40. Martínez Ruiz de Apodaca P., Carrasco Llatas M., Matarredona Quiles S., Dalmau Galofre J. Development of positional obstructive sleep apnea (POSA) after upper airway surgery in OSA patients. Sleep Breath. 2020; 24 (3): 849–856.
41. De Corso E., Mastrapasqua R.F., Fiorita A., et al. Efficacy and long-term follow-up of positional therapy by vibrotactile neck-based device in the management of positional OSA. J. Clin. Sleep Med. 2020; 16 (10): 1711–1719.
42. Kelly J.L., Turnbull C.D., Newson R., et al. Vibrotactile positional therapy for the treatment of positional obstructive sleep apnoea: a multicentre, randomised controlled trial. Thorax. 2026; 81 (4): 370–379.
43. Randerath W.J., Verbraecken J., de Raaff C.A.L, et al. European Respiratory Society guideline on non-CPAP therapies for obstructive sleep apnoea. Eur. Respir. Rev. 2021; 30 (162): 210200.
44. Walter J., Lee J.Y., Blake S., et al. A new wearable diagnostic home sleep testing platform: comparison with available systems and benefits of multinight assessments. J. Clin. Sleep Med. 2023; 19 (5): 865–872.
45. Davies C., Lee J.Y., Walter J., et al. A single-arm, open-label, multicenter, and comparative study of the ANNE Sleep system vs polysomnography to diagnose obstructive sleep apnea. J. Clin. Sleep Med. 2022; 18 (12): 2703–2712.
46. Gupta P., Moghimi M.J., Jeong Y., et al. Precision wearable accelerometer contact microphones for longitudinal monitoring of mechano-acoustic cardiopulmonary signals. NPJ Digit. Med. 2020; 3 (1): 19.
47. Wang X., Xiao X., Feng Z., et al. A soft bioelectronic patch for simultaneous respiratory and cardiovascular monitoring. Adv. Healthc. Mater. 2024; 13 (6): e2303479.
48. Levendowski D.J., Veljkovic B., Seagraves S., Westbrook P.R. Capability of a neck worn device to measure sleep/wake, airway position, and differentiate benign snoring from obstructive sleep apnea. J. Clin. Monit. Comput. 2015; 29 (1): 53–64.

The Evolution of Positional Therapy for Sleep-Disordered Breathing: from the Cannonball to Smart Vibrotactile Devices

A.R. Aleksandrov[1], M.V. Agaltsov, PhD[2], A.R. Aleksandrova[3], I.A. Kudashov, PhD, Assoc. Prof.[1]

[1] *Bauman Moscow State Technical University*
[2] *National Medical Research Center for Therapy and Preventive Medicine, Moscow*
[3] *Peoples' Friendship University of Russia*

Contact person: Andrey R. Aleksandrov, aleksandrey99@gmail.com

Positional therapy is a distinct approach to the treatment of positional sleep-disordered breathing, based on limiting sleep in the supine position. This review examines the evolution of this method – from the early observations of the relationship between body position, snoring, and breathing disturbances to the scientific rationale for positional treatment, as well as the development and introduction of sensory vibrotactile devices into clinical practice. Particular attention is paid to positional obstructive sleep apnea (POSA) as a clinically significant phenotype and to the role of modern wearable devices in its management. Current studies, systematic reviews, and meta-analyses demonstrating that vibrotactile positional therapy significantly reduces supine sleep time and lowers the apnea-hypopnea index in patients with POSA are analyzed. The results of a comparison between positional therapy, PAP therapy, and oral appliances are presented, along with data on combined use, treatment adherence measures, and an assessment of the potential role of positional therapy in managing residual apnea following upper airway surgery. Future prospects for positional therapy are linked to further device miniaturization, personalization of vibrotactile stimulation, digital adherence monitoring, remote physician supervision, and the integration of additional sensors for recording physiological signals. These advances may facilitate the transformation of positional therapy devices into intelligent multimodal systems for personalized sleep medicine.

Keywords: *positional therapy, obstructive sleep apnea, sleep-disordered breathing, vibrotactile device, positional phenotype*