



Лечение синдрома обструктивного апноэ сна с помощью миофункциональных техник: состояние вопроса и перспективы

¹ Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы

² Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова

М.В. Тардов, д.м.н., проф.¹, А.В. Болдин, д.м.н., проф.²

Адрес для переписки: Михаил Владимирович Тардов, mvtardov@rambler.ru

Для цитирования: Тардов М.В., Болдин А.В. Лечение синдрома обструктивного апноэ сна с помощью миофункциональных техник: состояние вопроса и перспективы. Эффективная фармакотерапия. 2023; 19 (41): 87–93.

DOI 10.33978/2307-3586-2023-19-41-87-93

Синдром обструктивного апноэ сна (СОАС) является многофакторным заболеванием. Основные патофизиологические факторы, влияющие на его формирование, включают коллапс дыхательных путей, сниженную активацию глоточных мышц, низкий порог пробуждения и высокий коэффициент усиления петли. Традиционные методы лечения (постоянное положительное давление в дыхательных путях, реконструктивная хирургия верхних дыхательных путей и челюстной системы) в ряде случаев недостаточно эффективны или не очень хорошо переносятся, особенно пациентами с СОАС легкой и средней степени тяжести. В ряде опубликованных работ продемонстрирована высокая эффективность орофациальной миофункциональной терапии (ОМТ) при СОАС. ОМТ включает упражнения, направленные на мышечные структуры области рта и ротоглотки для повышения их тонуса и силы, а также на улучшение координации движений глоточных и окологлоточных мышц. Описаны снижение индекса храпа, индекса апноэ/гипопноэ сна и дневной сонливости, повышение сатурации периферической крови и качества сна в результате применения ОМТ у детей и взрослых. Завершены исследования, в которых отмечался положительный эффект ряда остеопатических процедур в отношении СОАС, например остеопатической манипуляции на крылонебном узле. В настоящем обзоре представлены современные данные о роли анатомических структур шеи, глотки, грудобрюшной диафрагмы и височно-нижнечелюстного сустава в патогенезе СОАС, а также возможности коррекции дисфункции указанных структур методами ОМТ и остеопатии. Рассмотрены потенциальные возможности применения остеопатических техник при СОАС, для доказательства которых требуются рандомизированные клинические исследования с привлечением мультидисциплинарных врачебных групп.

Ключевые слова: синдром обструктивного апноэ сна, храп, орофациальная миофункциональная терапия, остеопатия, гортанно-глоточный комплекс, грудобрюшная диафрагма

Общие положения

Ключевым элементом формирования синдрома обструктивного апноэ сна (СОАС) служит собственно эпизод обструкции верхних дыхательных путей (ВДП). Патогенез обструкции включает физиологические и анатомические компоненты. Основными из них являются:

- низкое критическое давление закрытия ВДП, обуславливающее облегченное спадение ВДП;
- низкая реактивность мышц глотки;
- низкий порог пробуждения (активации);
- высокий коэффициент усиления контура или петли (характеристика, отражающая отношение ответной реакции к величине исходного нарушения).

Эти патогенетические пути в той или иной степени реализуются через деятельность мышц глотки, ослабление которой приводит к спадению ВДП. Активность подбородочно-язычной мышцы (ПЯМ), самой крупной мышцы-расширителя ВДП, регулируется нейронами ядра подъязычного нерва, а также дыхательными рефлексам, запускаемыми механорецепторами глотки и рефлексам аортальных хемо-



рецепторов, реагирующих на повышение парциального давления CO_2 и гипоксию. МР-картирование позволило зарегистрировать контрпродуктивные, или двунаправленные, движения мышц в основании языка с последующим сужением ВДП на уровне мягкого неба, особенно у пациентов с легким и средним СОАС, и практически полное отсутствие движений во время вдоха при тяжелом СОАС [1]. Данный феномен может быть связан с нарушением сочетанной активации различных отделов мышц языка.

Закономерно, что в течение многих лет исследователи и лечащие врачи уделяют особое внимание способам воздействия на мышечную систему ВДП при СОАС. Применяются несколько различных подходов.

Хирургия. Разработаны операции по рассечению ПЯМ или выдвигению ее вперед вместе с участком нижней челюсти. Такие вмешательства позволяют сместить вперед и язык, и надгортанник. В результате предотвращается западение корня языка во сне при низком тоне мышц.

Медикаменты. За прошедшую четверть века предприняты попытки воздействовать на патогенез апноэ с помощью трех десятков лекарственных препаратов. В большинстве случаев положительный эффект не достигнут. Зарегистрировано повышение мышечной активности ПЯМ под действием ГАМКергических снотворных типа золпидема, но достаточного клинического эффекта не наблюдалось [2]. Результаты завершившегося в 2019 г. рандомизированного двойного слепого исследования комбинированного препарата AtOxy, содержащего атомоксетин и оксипутинин, показали его эффективность в снижении индекса апноэ/гипопноэ сна (ИАГС) на 63% и увеличении активности ПЯМ в три раза у 20 пациентов [3].

Электростимуляция. С успехом испытаны и применяются системы для электростимуляции подъязычного нерва, управляющего мышцами языка [4]. К сожалению, хотя эффект достигается у двух третей пациентов, процедура носит инвазивный характер. Кроме того, не удается выделить прогностические критерии эффективности терапии. Разработаны имплантируемые системы для стимуляции ПЯМ [5]. Продолжается поиск возможностей чрескожной стимуляции подъязычного нерва – перспективное направление, в котором достигнуты существенные успехи [6, 7].

Тем не менее наибольшее распространение получили методы непосредственного воздействия на мышцы: специальные виды упражнений и опосредованный подход через остеопатические манипуляции. Авторы предлагают различные комплексы упражнений, эффективность которых подтверждена многочисленными исследованиями [8, 9]. Объединенный перечень таких упражнений представлен в таблице.

Впервые орофациальная миофункциональная терапия (ОФТ) СОАС была применена в 1918 г. А. Rogers [10] с целью исправления положения языка в полости рта для нормализации роста нижней челюсти и улучшения носового дыхания. Впоследствии были предложены различные комплексы упражнений изотонического и изометрического типа, направленные на развитие

мышц ротовой и ротоглоточной зоны, включая область губ, языка и мягкого неба. Гимнастика также предполагала тренировки мышц лица и мускулатуры, обеспечивающей стоматогнатические функции: сосание, дыхание, речь, глотание и жевание. Общий смысл тренировки заключался в повышении тонуса и работоспособности глоточных и окологлоточных мышц, улучшении координированных движений языка. Стоматогнатические упражнения позволяют скоординировать деятельность различных отделов указанных мышц и, вероятно, устранить двунаправленные движения языка, типичные для СОАС. ОФТ может также улучшить жевание, речь, дыхание и функции глотания у пациентов с СОАС и тем самым повысить качество их жизни.

Рандомизированное контролируемое исследование (РКИ) орофарингеальных упражнений с участием 31 пациента с умеренным СОАС, проведенное К. Guimaraes и соавт. [11], продемонстрировало значительное уменьшение окружности шеи и степени тяжести заболевания. У 10 (62,5%) из 15 пациентов отмечались переход из умеренной формы синдрома в легкую и даже полная элиминация обструктивных эпизодов после трехмесячной ОФТ. Пролонгирование лечения до шести месяцев ассоциируется с возможностью ремоделирования мышц ВДП и достижением более высоких результатов.

Аналогичные данные получены R. Verma и соавт. в исследовании с участием 20 пациентов с СОАС легкой и средней степени [9]. После трех месяцев миофункциональной терапии (МФТ) зарегистрировано уменьшение окружности шеи до $37,8 \pm 1,6$ см (исходно – $38,4 \pm 1,3$ см).

Большой интерес представляет метаанализ M. Samacho и соавт. девяти исследований ($n = 120$) [12]. По окончании курса МФТ отмечалось 50%-ное снижение ИАГС: с $24,5 \pm 14,3$ до $12,3 \pm 11,8$ событий/ч. Кроме того, зарегистрировано незначимое улучшение показателя минимальной десатурации SaO_2 (изначально $83,9 \pm 6,0\%$, после МФТ $86,6 \pm 7,3\%$) и значимое улучшение по индексу храпа и показателю дневной сонливости (шкала Эпворта).

Аналогичные данные получены и в другом метаанализе 11 работ, в которых на основании результатов полисомнографии оценивали изменение ИАГС у пациентов с СОАС средней и тяжелой степени, получивших ОФТ [13].

В метаанализе 2022 г., включавшем 15 исследований ($n = 237$), продемонстрированы хорошие результаты применения ОФТ при СОАС. Показаны снижение ИАГС с $28,0 \pm 16,2$ до $18,6 \pm 13,1$ событий/ч, повышение минимальной десатурации с $83,16 \pm 6,10$ до $85,13 \pm 7,01\%$, а также снижение сонливости по шкале Эпворта с $12,71 \pm 5,73$ до $8,78 \pm 5,80$ балла [14].

Особый интерес вызывают данные кокрейновского обзора 2020 г. девяти РКИ ($n = 347$) [15]. У взрослых, получивших ОФТ, в отличие от пациентов группы имитации терапии в двух исследованиях зафиксированы снижение дневной сонливости (шкала Эпворта) в среднем на 4,52 балла (95% доверительный интервал (ДИ) $-6,67$ – $-2,36$), улучшение качества ноч-



ного сна в среднем на 3,90 балла (95% ДИ -6,31--1,49). В двух работах зарегистрировано снижение ИАГС на 13,20 событий/ч (95% ДИ -18,48--7,93). В остальных исследованиях с меньшей степенью достоверности, включавших и взрослых, и детей, не установлено существенных различий в группах ОФТ и имитирующей терапии по показателям дневной сонливости, качеству ночного сна и интенсивности храпа. ОФТ в каждом конкретном случае можно использовать в комбинации с иными рекомендованными методами

лечения, такими как устройства для выдвижения нижней челюсти, хирургическое вмешательство, терапия постоянным положительным давлением (СИПАП-терапия) при среднетяжелом и тяжелом СОАС у взрослых и детей, поскольку улучшение мышечной реактивности глотки обеспечивает более перспективные условия для получения долгосрочных результатов. В детской популяции также проводились исследования ОФТ как в монорежиме, так и в составе комбинированной терапии. Недавно завершено сравнитель-

Упражнения для улучшения работы мышц глотки и лица при СОАС, предложенные в исследованиях

Мышечная зона	Описание упражнения	Кратность
Мягкое небо	Периодически произносить звук «а» (изотоническое упражнение), одновременно поднимая мягкое небо и язычок. Произносить гласный звук непрерывно (изометрическое упражнение). Поднимать мягкое небо и язычок без вокализации. Поднимать мягкое небо с зевотой или без нее. Производить небо-язычные звуки, прикасаясь спинкой языка к небу. Производить увулярные звуки путем сокращения язычка несколько раз	3–5 раз в день по 10–20 повторов
Язык	Почистить щеткой верхнюю и боковые поверхности языка. Прижать кончик языка к передней части неба и сдвигать язык назад. Поместить кончик языка как можно глубже на небо. Прижать всю верхнюю поверхность языка к небу. Прижать язык к небу и осуществлять противодействие на обе щеки руками. Прижимать кончик языка к нижним резцам и с усилием смещать его нижнюю поверхность вниз ко дну ротовой полости. Высунуть кончик языка вперед, не касаясь зубов или губ и не отклоняя его в стороны. Повторно высовывать и убирать язык как можно быстрее. Расправить язык так, чтобы его края касались основания верхних зубов. Высовывать язык изо рта и двигать кончиком вверх и вниз. Поднести язык к правому/левому углу рта и держать его напряженным. Как можно быстрее двигать языком из угла в угол, затем совершать круговое движение по губам. Высунуть язык до подбородка и удерживать в таком положении. Высунуть язык и надавить его кончиком на ложку, поднесенную и удерживаемую в вертикальном положении перед языком. Вращать языком в преддверии полости рта	3–5 раз в день по 5–20 повторов
Лицо	Надавить на губы (круговую мышцу рта) при закрытом рте. Медленно и широко открывать и закрывать рот, удерживая губы в сомкнутом положении (круговая мышца рта). Сжать губы («подготовка к поцелую») на 10 счетов, затем расслабиться. Улыбнуться максимально широко, удерживать улыбку, расслабиться. Сморщить губы – удерживать, улыбнуться – удерживать. Сжать губы, широко открыв рот и не смыкая челюсти. Чередовать сжатие и расслабление. Плотно сомкнуть губы, а затем издать «прихлебывающий» звук. Выполнять всасывающие движения, сокращая только щечные мышцы. Высасывать воздух из шприца объемом 20 мл. Напряжением щечной мышцы препятствовать давлению пальца, введенного в полость рта. Попеременное поднятие мышцы угла рта с повторениями. Боковые движения челюсти с попеременным подъемом угла рта. Открывать и закрывать рот как можно быстрее, четко закрывая губы. Произнести слог «ма» быстро и несколько раз. То же со слогами «ла» и «кала». Спеть «а-е-и-о-у» как можно громче	5 раз в день по 10 повторов
Область рта	Сосание Высасывать йогурт узкой трубочкой. Дыхание и речь Форсированный носовой вдох и ротовой выдох в сочетании с фонацией открытых гласных в положении сидя. Надувание баллона с длительным носовым вдохом и последующим принудительным выдуванием. Глотание и жевание Почередное двустороннее жевание. Глотание с языком, прижатым к небу, сомкнутыми зубами и без сокращения периоральных мышц. Удержание кончика языка между передними зубами при попытке глотать	3–5 раз в день по 10 повторов или повторяют действия каждый раз во время еды



ное когортное исследование, в котором дети с СОАС в течение года получали пассивную ОФТ с помощью орального устройства со встроенной язычковой насадкой [16]. Авторы сообщают о значительном улучшении носового дыхания во время сна, линейном увеличении переднезаднего размера дыхательных путей и повышении качества жизни. Подобное устройство, будучи инородным предметом, стимулирует глотательный рефлекс и усиливает движения языком. Создаваемый эффект ОФТ привел к снижению ИАГС с $3,75 \pm 2,48$ до $2,16 \pm 1,80$ событий/ч в основной группе. В контрольной группе эти показатели составили $3,09 \pm 2,55$ и $3,95 \pm 3,74$ событий/ч соответственно.

C. Guilleminault и соавт. ретроспективно проанализировали эффективность МФТ у 24 детей с СОАС в послеоперационном периоде адено-тонзиллэктомии (ИАГС 0,4–0,3 событий/ч) [17]. Через четыре года наблюдения в послеоперационной группе рецидива СОАС не зарегистрировано, в то время как в контрольной СОАС возобновился (ИАГС 5,3–1,5 событий/ч). Полученные данные свидетельствуют о том, что устранение препятствия necessarily увеличивает мышечную реактивность, и подтверждают целесообразность применения ОФТ при мультимодальном подходе. Упражнения помогают восстановить носовое дыхание, снижают интенсивность дыхания через рот, что приводит к положительным сдвигам как у взрослых, так и у детей [18].

Опубликованы данные сравнительного исследования эффективности ОФТ у пациентов с СОАС среднего и пожилого возраста, выполнявших ОФТ трижды в день в течение шести месяцев параллельно с СИРАР-терапией [19]. 45% пациентов с тяжелым СОАС перешли в категорию средней степени тяжести, а у 54% пациентов с умеренным СОАС состояние улучшилось до легкого, что позволило отказаться от СИРАР-терапии.

Существенное влияние на функционирование мускулатуры региона и степень тяжести СОАС помимо состояния самих мышц оказывают костные структуры, к которым крепятся мышцы шеи и глоточного комплекса. Например, часто выявляемая гипотония коротких флексоров шеи у пациентов с СОАС вызывает мышечно-силовой дисбаланс, приводящий к сокращению и спазму коротких экстензоров шеи. Как следствие – дисфункция мышц шейного региона, в том числе обеспечивающих нормальное функционирование гортанно-глоточного блока.

В обзоре 2013 г. проанализированы 17 работ, посвященных взаимосвязи патологии шейных позвонков и СОАС [20]. Выявлена ассоциация задних остеофитов, остеохондром и ревматоидного поражения межпозвоночных суставов с развитием СОАС. Установлена также связь между конкресценцией и постоперационной фузией верхнешейных позвонков и развитием СОАС.

Аналогичные данные получены в более позднем исследовании, продемонстрировавшем достоверно более частые фузионные нарушения (сращение позвонков, окципитализация, блоки) и незаращение дужек в шейном отделе позвоночника у пациентов с СОАС [21].

Высокая распространенность СОАС отмечается среди пациентов с синдромом Марфана и акромегалией, которую связывают с особенностями строения костных структур и слабостью глоточных мышц [22]. Аномалии строения челюстей (микрогнатия, ретрогнатия, дисфункция височно-нижнечелюстного сустава) также вносят существенный вклад в патогенез СОАС, приводя к сужению входа в ВДП [23].

Формирование тонусно-силового дисбаланса в мышцах шеи (сниженный тонус или гипертонус) также негативно влияет на тонус мышц ВДП, что способствует снижению дыхательного потока. Описана связь между СОАС, аномалиями шейного отдела позвоночника, осанкой и болевым синдромом в шейном регионе [24].

Возможности активного воздействия на костные и мышечные структуры шеи и челюстной системы весьма широки. Эффект ОФТ можно существенно усилить, если сочетать ее с мягкоткаными техниками мануальной терапии. Однако работ, посвященных таким исследованиям, немного.

Описана остеопатическая манипуляция на крыло-небном узле, обеспечивающем вегетативную регуляцию области ротоглотки, направленная на стабилизацию деятельности глоточных структур. В работе 2017 г. сравнивали такую манипуляцию у десяти пациентов с имитирующим воздействием. Обнаружен эффект в виде усиления слезоотделения, болевых и вкусовых ощущений, но не отмечено влияния на интенсивность храпа [25]. Те же авторы в 2022 г. опубликовали данные РКИ, в которых участвовал 31 пациент с эпизодами апноэ во сне. В результате манипуляции на крыло-небном узле не удалось получить изменения показателей собственно СОАС, но зафиксировано достоверное снижение параметров носовой обструкции [26]. Следует отметить, что рядом с проекцией крыло-небного ганглия расположена латеральная крыловидная мышца, которая достаточно часто (особенно на фоне нарушения дентальной окклюзии) спазмируется, а при пальпации ощущается напряженной и болезненной. Одновременное двустороннее сокращение этих мышц приводит к смещению нижней челюсти назад (ретропульсия), что вызывает сужение просвета верхних дыхательных путей. Вероятно, во время остеопатической манипуляции на крыло-небном узле подвергаются воздействию (релизу) и латеральные крыловидные мышцы, что способствует восстановлению наиболее функционального расположения нижней челюсти и связанному с этим увеличению просвета ВДП.

В 2008 г. опубликованы результаты сравнительного исследования, в котором 15 детей с СОАС получали остеопатическую терапию, а младенцы контрольной группы – неспецифические лечебные процедуры. Показано достоверное снижение ИАГС в основной группе и незначимое снижение показателя, соответствовавшее обычной возрастной динамике, – в контрольной. Однако существенной разницы в итоговых показателях двух групп не зарегистрировано [27].



Рассматривая возможность влияния на подъязычный нерв, иннервирующий собственные мышцы языка и подъязычные мышцы, в том числе ПЯМ, необходимо упомянуть о наличии нескольких потенциальных уровней компрессии нерва:

- ✓ при прохождении через затылочную кость в канале подъязычного нерва; причиной может быть плотное сращение периневрия с твердой мозговой оболочкой, натяжение (торсия) которой и приводит к аксональной дисфункции;
- ✓ при прохождении подъязычного нерва через толщу подъязычных мышц, тонус которых может быть несбалансированно повышен в силу ряда функциональных причин [28].

В литературе, посвященной остеопатии, подробно описаны техники коррекции краниовертебрального перехода, включающего затылочную кость, мышц диафрагмы полости рта, гортанно-глоточного блока и подъязычной кости – структур, ответственных за возможную компрессию подъязычных нервов [29]. Измененное положение нижней челюсти может приводить к сужению входа в глотку и тем самым ограничивать воздушный поток и способствовать формированию СОАС. В значительной степени позиция челюсти зависит от состояния дентальной окклюзии и функции височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС), неотъемлемыми частями которого являются его связочный аппарат и жевательная мускулатура. Многочисленные данные свидетельствуют об эффективности остеопатической коррекции дисфункции ВНЧС и собственно прикуса, в ряде случаев в сочетании со стоматологическими вмешательствами [30–32]. Нередко нарушения функции грудобрюшной диафрагмы и диафрагмального нерва затрудняют вхождение воздуха в дыхательные пути при вдохе и ухудшают течение СОАС [33]. Пациенты с СОАС отличаются снижением активации, а также эластичности и силы грудобрюшной диафрагмы во время сна, что связано с увеличенным риском обструкции дыхательных путей [34]. Устранение таких нарушений и восстановление нормального диафрагмального дыхания улучшают общую функцию дыхательной системы, уменьшают обструкцию и облегчают симптомы СОАС [35]. В остеопатии имеется целый арсенал техник, направленных как на коррекцию дисфункций собственно грудобрюшной диафрагмы, так и на устранение компрессии диафрагмального нерва в местах его возможного сдавления [29, 36, 37].

Обсуждение

Имеются вполне убедительные данные об эффективности ОФТ в борьбе с СОАС как в виде монотерапии, так и в составе комплексного лечения. D.E. Норрег и G. Сramer описали интересный случай успешной терапии тяжелой формы СОАС: сочетание ОФТ, диетотерапии и мануальных процедур в течение 90 дней позволило снизить индекс массы тела на 8 пунктов, а ИАГС – с 55,4 до 3,4 событий/ч [38]. Вероятно, в каждом конкретном случае можно повысить эффективность ОФТ, если подбирать упражнения в соответствии с уровнем обструкции по классификации NOHL или VOTE [39].

Информация о применении остеопатического подхода к терапии СОАС не настолько убедительна, однако ряд опубликованных работ заставляет задуматься об использовании мягкотканых техник для лечения пациентов с СОАС. Уместна аналогия с включением остеопатических манипуляций на гортани в комбинированную терапию голосовых расстройств при гипертонусной дисфонии [40, 41].

Основным недостатком ОФТ считается несоблюдение режима лечения. Однако приверженность пациентов терапии и ее эффективность можно повысить за счет контроля со стороны персонала, обучения и использования специального приложения для смартфона.

В исследовании 2020 г. J. Kim и соавт. [42] оценивали собственную оригинальную программу поддержки МФТ. За 12 недель пациенты получили два 30-минутных очных обучающих занятия, восемь мобильных текстовых сообщений и еженедельные десятиминутные коучинговые телефонные беседы. Приверженность, согласно журналам тренировок, составила $82,06 \pm 23,70\%$ в основной группе ($n = 15$) и $72,52 \pm 30,09\%$ – в контрольной ($n = 15$).

Более убедительные данные получены в другом РКИ, опубликованном также в 2020 г. [43]. Приверженность ОФТ в группе пациентов с тяжелой формой СОАС, которые выполняли упражнения через приложение для смартфона, достигла 90% по сравнению с 50% в контрольной группе (без приложения).

Интересно, что сочетание лечебных методик повышает приверженность терапии в целом. В недавней работе, в которую были включены 100 пациентов с СОАС средней и тяжелой степени, показано существенное повышение приверженности СиПАП в группе, также получавшей ОФТ [8]. Приверженность лечению составила 30% в группе монотерапии СиПАП и 65% в группе сочетанного применения СиПАП и ОФТ. Количество часов использования СиПАП на третьем месяце наблюдения в группе СиПАП с МФТ ($5,1 \pm 2,3$ ч/день) значительно превысило таковое в группе изолированной СиПАП-терапии ($3,6 \pm 1,8$ ч/день).

Заключение

ОФТ способствует изменению положения языка, улучшает носовое дыхание и уменьшает слюнотечение. При этом в доступной литературе нет указаний на возможность снижения ИАГС до уровня менее 5 событий/ч при использовании исключительно ОФТ у взрослых пациентов с СОАС средней и тяжелой степени. Применение ОФТ с традиционными методами лечения при умеренной и тяжелой степени СОАС позволяет повысить приверженность лечению и его эффективность. Вероятно, ОФТ можно рекомендовать в качестве первой линии пациентам с легким СОАС. Место остеопатических техник в терапии СОАС за счет воздействия на краниовертебральный переход, грудобрюшную диафрагму и мышцы гортанно-глоточного комплекса еще предстоит определить. Необходимы развернутые исследования с привлечением мультидисциплинарных команд. *



Литература

1. Brown E.C., Cheng S., McKenzie D.K., et al. Respiratory movement of upper airway tissue in obstructive sleep apnea. *Sleep*. 2013; 36 (7): 1069–1076.
2. Messineo L., Taranto-Montemurro L., Azarbarzin A., et al. Breath-holding as a means to estimate the loop gain contribution to obstructive sleep apnea. *J. Physiol.* 2018; 596 (17): 4043–4056.
3. Taranto-Montemurro L., Messineo L., Sands S.A., et al. The combination of atomoxetine and oxybutynin greatly reduces obstructive sleep apnea severity. A randomized, placebo-controlled, double-blind crossover trial. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2019; 199 (10): 1267–1276.
4. Strollo P.J.Jr., Gillespie M.B., Soose R.J., et al. Stimulation Therapy for Apnea Reduction (STAR) Trial Group. Upper airway stimulation for obstructive sleep apnea: durability of the treatment effect at 18 months. *Sleep*. 2015; 38 (10): 1593–1598.
5. Mashaqi S., Patel S.I., Combs D., et al. The hypoglossal nerve stimulation as a novel therapy for treating obstructive sleep apnea – a literature review. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2021; 18 (4): 1642.
6. Rodríguez Hermosa J.L., Calle M., Guerassimova I., et al. Noninvasive electrical stimulation of oropharyngeal muscles in obstructive sleep apnea. *Expert Rev. Respir. Med.* 2021; 15 (11): 1447–1460.
7. Nasser E., Ratneswaran D., Alsharifi A., et al. Transcutaneous electrical stimulation in obstructive sleep apnoea: current developments and concepts of the TESLA-home programme. *Curr. Opin. Pulm. Med.* 2022; 28 (6): 529–536.
8. Diaféria G., Santos-Silva R., Truksinas E., et al. Myofunctional therapy improves adherence to continuous positive airway pressure treatment. *Sleep Breath*. 2017; 21 (2): 387–395.
9. Verma R.K., Johnson J. J.R., Goyal M., et al. Oropharyngeal exercises in the treatment of obstructive sleep apnoea: our experience. *Sleep Breath*. 2016; 20 (4): 1193–1201.
10. Rogers A.P. Exercises for the development of muscles of face with view to increasing their functional activity. *Dental Cosmos*. 1918; 59: 857–876.
11. Guimarães K.C., Drager L.F., Genta P.R., et al. Effects of oropharyngeal exercises on patients with moderate obstructive sleep apnea syndrome. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2009; 179 (10): 962–966.
12. Camacho M., Certal V., Abdullatif J., et al. Myofunctional therapy to treat obstructive sleep apnea: a systematic review and meta-analysis. *Sleep*. 2015; 38 (5): 669–675.
13. de Felício C.M., da Silva Dias F.V., Trawitzki L.V.V. Obstructive sleep apnea: focus on myofunctional therapy. *Nat. Sci. Sleep*. 2018; 10: 271–286.
14. Meghpara S., Chohan M., Bandyopadhyay A., et al. Myofunctional therapy for OSA: a meta-analysis. *Expert Rev. Respir. Med.* 2022; 16 (3): 285–291.
15. Rueda J.R., Mugueta-Aguinaga I., Vilaró J., Rueda-Etxebarria M. Myofunctional therapy (oropharyngeal exercises) for obstructive sleep apnoea. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2020; 1 (11): CD013449.
16. Chuang L.C., Hwang Y.J., Lian Y.C., et al. Changes in craniofacial and airway morphology as well as quality of life after passive myofunctional therapy in children with obstructive sleep apnea: a comparative cohort study. *Sleep Breath*. 2019; 23 (4): 1359–1369.
17. Guilleminault C., Huang Y.S., Monteyrol P.J., et al. Critical role of myofascial reeducation in pediatric sleep-disordered breathing. *Sleep Med*. 2013; 14 (6): 518–525.
18. Villa M.P., Evangelisti M., Martella S., et al. Can myofunctional therapy increase tongue tone and reduce symptoms in children with sleep-disordered breathing? *Sleep Breath*. 2017; 21 (4): 1025–1032.
19. Suzuki M., Okamoto T., Akagi Y., et al. Efficacy of oral myofunctional therapy in middle-aged to elderly patients with obstructive sleep apnoea treated with continuous positive airway pressure. *J. Oral. Rehabil.* 2021; 48 (2): 176–182.
20. Grunstein R.R., Ho K.Y., Sullivan C.E. Sleep apnea in acromegaly. *Ann. Intern. Med.* 1991; 115 (7): 527–532.
21. Sonnesen L., Petri N., Kjaer I., Svanholt P. Cervical column morphology in adult patients with obstructive sleep apnea. *Eur. J. Orthod.* 2008; 30 (5): 521–526.
22. Mo L., He Q., Wang Y., et al. High prevalence of obstructive sleep apnea in Marfan's syndrome. *Chin. Med. J. (Engl.)*. 2014; 127 (17): 3150–3155.
23. Lavigne G.J., Herrero Babiloni A., Beetz G., et al. Critical issues in dental and medical management of obstructive sleep apnea. *J. Dent. Res.* 2020; 99 (1): 26–35.
24. Pham T., Lin C.K., Leek D., et al. Obstructive sleep apnea's association with the cervical spine abnormalities, posture, and pain: a systematic review. *Sleep Med*. 2020; 75: 468–476.
25. Jacq O., Arnulf I., Similowski T., Attali V. Upper airway stabilization by osteopathic manipulation of the sphenopalatine ganglion versus sham manipulation in OSAS patients: a proof-of-concept, randomized, crossover, double-blind, controlled study. *BMC Complement. Altern. Med.* 2017; 17 (1): 546.
26. Attali V., Jacq O., Martin K., et al. Osteopathic manipulation of the sphenopalatine ganglia versus sham manipulation, in obstructive sleep apnea syndrome: a randomised controlled trial. *J. Clin. Med.* 2021; 11 (1): 99.
27. Vandenplas Y., Denayer E., Vandenbossche T., et al. Osteopathy may decrease obstructive apnea in infants: a pilot study. *Osteopath. Med. Prim. Care*. 2008; 2: 8.
28. Manoli A., Ploumidou K., Georgopapadakis N., et al. Hypoglossal nerve: anatomy, anatomical variations comorbidities and clinical significance. *J. Long Term. Eff. Med. Implants*. 2019; 29 (3): 197–203.



29. Новосельцев С.В. Остеопатия 1. М.: МедПресс-информ, 2021.
30. Амиг Ж.-П. Зубочелюстная система (стоматологическая концепция, остеопатическая концепция). СПб.: Невский ракурс, 2013.
31. Ландузи Ж.-М. Височно-нижнечелюстные суставы (определение, стоматологическое и остеопатическое лечение). СПб.: editionsVERLAQUE, 2014.
32. Болдин А.В., Агасаров Л.Г., Тардов М.В. Мануальная терапия в лечении пациентов с кохлеовестибулярным синдромом, обусловленным окклюзионными нарушениями и дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава. Вестник новых медицинских технологий (электронное издание). 2017; 1: 110–117.
33. Bordoni B., Escher A.R., Toccafondi A., et al. Obstructive sleep apnea and role of the diaphragm. *Cureus*. 2022; 14 (9): e29004.
34. Molnár V., Molnár A., Lakner Z., et al. Examination of the diaphragm in obstructive sleep apnea using ultrasound imaging. *Sleep Breath*. 2022; 26 (3): 1333–1339.
35. Azaredo L.M., Souza L.C., Guimarães B.L.S., et al. Inspiratory muscle training as adjuvant therapy in obstructive sleep apnea: a randomized controlled trial. *Braz. J. Med. Biol. Res.* 2022; 55: e12331.
36. Вальтер Д.С. Прикладная кинезиология, 2-е изд. СПб.: Северная звезда, 2011.
37. Bordoni B., Walkowski S., Escher A., Ducoux B. The importance of the posterolateral area of the diaphragm muscle for palpation and for the treatment of manual osteopathic medicine. *Complement. Med. Res.* 2022; 29 (1): 74–82.
38. Hopper D.E., Cramer G. Conservative treatment using chiropractic care and orofacial myofunctional therapy for obstructive sleep apnea: a case report. *J. Chiropr. Med.* 2023; 22 (3): 234–238.
39. O'Connor-Reina C., Plaza G., Garcia-Iriarte M.T., et al. Tongue peak pressure: a tool to aid in the identification of obstruction sites in patients with obstructive sleep apnea/hypopnea syndrome. *Sleep Breath*. 2020; 24: 281–286.
40. Rubin J.S., Lieberman J., Harris T.M. Laryngeal manipulation. *Otolaryngol. Clin. North Am.* 2000; 33 (5): 1017–1034.
41. Khoddami S.M., Aghadoost S., Jalaie S., Dabirmoghaddam P. The comparison between vocal facilitating techniques, manual circumlaryngeal therapy, and combined voice therapy in teachers with muscle tension dysphonia: a randomized clinical trial. *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.* 2023; 280 (10): 4543–4553.
42. Kim J., Oh E.G., Choi M., et al. Development and evaluation of myofunctional therapy support program (MTSP) based on self-efficacy theory for patients with obstructive sleep apnea. *Sleep Breath*. 2020; 24 (3): 1051–1058.
43. O'Connor-Reina C., Ignacio Garcia J.M., Rodriguez Ruiz E., et al. Myofunctional therapy app for severe apnea-hypopnea sleep obstructive syndrome: pilot randomized controlled trial. *JMIR Mhealth. Uhealth*. 2020; 9: e23123.

Treatment of Obstructive Sleep Apnea Syndrome Using Myofunctional Techniques: the State of the Issue and Prospects

M.V. Tardov, PhD, Prof.¹, A.V. Boldin, PhD, Prof.²

¹ Peoples' Friendship University of Russia

² I.I. Sechenov First Moscow State Medical University

Contact person: Mikhail V. Tardov, mvtardov@rambler.ru

Obstructive sleep apnea syndrome (OSAS) is a multifactorial disease. The main pathophysiological factors influencing the formation of OSAS include airway collapse, decreased activation of the pharyngeal muscles, low arousal threshold and high loop gain. Traditional treatment methods (continuous positive airway pressure, reconstructive surgery of the upper respiratory tract and jaw system) are in some cases not enough effective or not well tolerated, especially in patients with mild to moderate OSAS. To date, have been published a large number of studies, that demonstrate the high effectiveness of orofacial myofunctional therapy (OMT) in OSAS treatment. OMT includes exercises aimed at muscular structures of the mouth and oropharynx, with the aim of increasing their tone and strength, as well as improving the coordination of the pharyngeal and peripharyngeal muscles movements. Decreases in the snoring index, sleep apnea-hypopnea index and daytime sleepiness, as well as an increase in peripheral blood oxygen saturation and sleep quality have been described after course of OMT in children and adults. Several studies have also discovered some positive effect of certain osteopathic procedures on OSAS: for example, osteopathic manipulation of the pterygopalatine ganglion. This review presents current data regarding the role of the neck and pharynx anatomical structures, thoracoabdominal diaphragm and temporomandibular joint in the pathogenesis of OSAS; as well as the possibility of correcting the dysfunction of these structures using OMT and osteopathy methods. The therapeutic potential of osteopathic techniques in the treatment of OSAS are considered, the proof of which requires serious randomized clinical trials involving multidisciplinary medical teams.

Keywords: obstructive sleep apnea syndrome, snoring, orofacial myofunctional therapy, osteopathy, laryngeal-pharyngeal complex, thoracoabdominal diaphragm