



<sup>1</sup> Научно-исследовательский клинический институт оториноларингологии им. Л.И. Свержевского

<sup>2</sup> Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова

<sup>3</sup> Детская городская клиническая больница № 9 им. Г.Н. Сперанского

<sup>4</sup> Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова

<sup>5</sup> Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы

# Возможности инструментальной и лабораторной диагностики у детей с синдромом обструктивного апноэ сна, аллергическим ринитом и адено tonsиллярной гипертрофией

А.И. Крюков, д.м.н., проф., член-корр. РАН<sup>1,2</sup>, А.Ю. Ивойлов, д.м.н., проф.<sup>1,2,3</sup>, М.Г. Полуэктов, к.м.н., доц.<sup>4</sup>, М.В. Тардов, д.м.н., проф.<sup>5</sup>, И.И. Архангельская, к.м.н.<sup>1,3</sup>, Э.О. Вязьменов, к.м.н.<sup>2</sup>, У.Э. Петрашко<sup>1</sup>

Адрес для переписки: Ирина Ивановна Архангельская, arkhangelskaya16@mail.ru

Для цитирования: Крюков А.И., Ивойлов А.Ю., Полуэктов М.Г. и др. Возможности инструментальной и лабораторной диагностики у детей с синдромом обструктивного апноэ сна, аллергическим ринитом и адено tonsиллярной гипертрофией. Эффективная фармакотерапия. 2025; 21 (37): 50–54.

DOI 10.33978/2307-3586-2025-21-37-50-54

*Нарушения дыхания во сне приводят к гипоксемии и фрагментации сна, что сказывается на всех аспектах жизнедеятельности организма. Эта проблема особенно актуальна в детском возрасте, когда происходит созревание органов и систем, включая головной мозг. Синдром обструктивного апноэ сна (СОАС) в педиатрической популяции чаще всего ассоциируется с гипертрофией лимфоидной ткани в верхних дыхательных путях. В статье рассмотрена связь гипертрофии глоточных миндалин и аденоидов, а также воспалительных процессов в носовых путях и СОАС. Описаны возможности диагностики СОАС – от опросников до инструментальных методов, таких как полисомнография, кардиореспираторный мониторинг ночного сна и ночная пульсоксиметрия. Наиболее актуальным направлением в диагностике является поиск надежных биомаркеров СОАС. Представлены данные о ценности различных маркеров, определяемых в плазме крови или в моче. Подчеркивается необходимость дальнейшего поиска надежных лабораторных критериев диагностики СОАС.*

**Ключевые слова:** синдром обструктивного апноэ сна, адено tonsиллярная гипертрофия, аллергический ринит, адено tonsиллэктомия, биомаркеры, сон

## Введение

Распространенность синдрома обструктивного апноэ во сне (СОАС) в детской популяции составляет 2–4% [1]. Нарушение дыхания во сне приводит к расстройству функций сна, таких как поддержание стабильного гомеостаза, оптимизация когнитивных процессов, формирование нейронных связей, обеспечивающих процессы консолидации памяти и усвоения новой информации, регуляция работы внутренних органов [2]. Отечественные исследования показывают, что у детей с СОАС в три раза чаще, чем у взрослых, возникают эмоциональные, волевые и когнитивные нарушения, существенно ухудшающие качество жизни. При этом чем дольше не диагностируется синдром, тем выше вероятность упустить период обратного развития психоповеденческих и соматических отклонений [3].

## Связь аллергического ринита, адено tonsиллярной гипертрофии и СОАС

Распространенность СОАС у детей имеет два пиковых периода. Первый, обусловленный адено tonsиллярной гипертрофией (АТГ), приходится на возраст от двух до восьми лет, второй, связанный с увеличением доли детей с ожирением, – на подростковый [4]. В дошкольном и младшем школьном возрасте наиболее важными проблемами в структуре хронической патологии верхних дыхательных путей являются именно АТГ и аллергический ринит (АР). Из-за неуклонного роста числа детей с указанными патологиями проблема диагностики и лечения СОАС остается крайне актуальной. В структуре общей заболеваемости респираторные аллергии находятся на третьем месте и, по прогнозам Всемирной организации здравоохранения, уже к 2050 г. займут лидирующие позиции. В Российской Федерации



распространенность АР в детской популяции достигает 5–24% [5, 6].

К основным механизмам, определяющим влияние АТГ и АР на сон, относят:

- непосредственную провокацию утомления под действием воспалительных цитокинов, ассоциированных с рассматриваемой патологией;
- косвенное влияние на сон симптомов, таких как заложенность носа, ринорея, чихание и зуд, и лежащих в их основе патофизиологических изменений – при этом заложенность носа считается основным фактором, снижающим качество сна и вызывающим сонливость в дневное время;
- влияние дисфункции вегетативной нервной системы у детей с патологией носоглотки [7].

Согласно отечественным данным, наблюдается неуклонный рост числа детей с заболеваниями компонентов лимфоидного кольца. В частности, увеличение размеров глоточной миндалины встречается в 20–50% случаев [8].

АТГ, вызывая обструкцию верхних дыхательных путей, запускает патофизиологический механизм развития СОАС, а степень АТГ напрямую коррелирует с тяжестью синдрома [9]. В исследовании D. Tran-Minh и соавт. (2022) участвовало 114 детей. У 36% из них диагностирована гипертрофия небных миндалин 1–2-й степени, у 48,2% – 3-й степени, у 15,8% – 4-й степени (классификация Бродского). Одновременно у 46,5% из них отмечалась 1–2-я степень аденоидной гипертрофии, у 45,6% – 3-я степень, у 7,0% – 4-я степень (классификация Лайкерта). Индекс апноэ/гипопноэ (ИАГ) сна составил  $12,6 \pm 11,2$  события в час, то есть были представлены преимущественно варианты нарушения дыхания во сне средней и тяжелой степени. В 33,2% случаев как сопутствующее заболевание, известное ранее, фигурировал АР [10].

Гипертрофия лимфоидного кольца связана с хроническими и рецидивирующими воспалительными процессами в окружающих миндалины тканях, в частности инфекционно-индуцированными нарушениями мукозального иммунитета и формированием аллергической готовности верхних дыхательных путей. Это лежит в основе ассоциации АР и АТГ у детей.

В исследовании M. Evcimik и соавт. (2015) у детей с АР признаки гипертрофии аденоидов обнаруживались чаще, чем у детей без аллергии. В исследовании участвовало 1322 ребенка, получавших лечение по поводу аллергических заболеваний; 100 детей без аллергических заболеваний, обратившихся в клинику в течение того же периода, составили контрольную группу. Гипертрофию аденоидов выявили у 164 (12,4%) пациентов с аллергическими заболеваниями и у 3 (3%) детей контрольной группы. Полученные данные подтверждают наличие связи АР и АТГ в детском возрасте [11].

Нередко в детской популяции встречается локальная сенсibilизация слизистой оболочки полости носа и носоглотки в отсутствие признаков атопии. K. Cho и соавт. (2018) изучали уровень алергенспецифического иммуноглобулина (Ig) E в сыворотке крови и тканях небных миндалин и аденоидов у 102 детей с АТГ. В 70,6% случаев зафиксирована общая и/или локальная сенсibilизация более чем к одному алергену, и только у 29,4% детей не обнаружено положительного IgE ни к одному алергену

как в сыворотке крови, так и в лимфоидных тканях. При этом у 17 (36,2%) из 47 обследованных детей с отрицательным IgE в сыворотке крови выявили специфический IgE в тканях небных миндалин и аденоидов, причем тяжесть назальных симптомов (ринорея, чихание и зуд в носу) у таких детей была значительно выше [12].

В 2019 г. L. Nosetti и соавт. опубликовали результаты исследования мазков со слизистой оболочки носа у 58 детей с диагностированными нарушениями дыхания во сне. Показано, что 35% детей с первичным храпом и 6% детей с СОАС страдали также АР [13].

### Возможности диагностики нарушений дыхания во сне у детей с АТГ и АР

В соответствии с Международной классификацией нарушений сна 3-го пересмотра, диагноз СОАС у детей устанавливают на основании критериев А и В [14]:

1) критерий А – наличие одного или нескольких из следующих симптомов:

- ✓ храп;
- ✓ затрудненное, парадоксальное дыхание во время сна;
- ✓ сонливость, гиперактивность, проблемы с поведением или обучением;

2) критерий В – по данным полисомнографии (ПСГ) зарегистрирован:

- ✓ один и более эпизод обструктивного или смешанного апноэ либо обструктивного гипопноэ за час сна;
- ✓ обструктивная гиповентиляция, определяемая как регистрируемая гиперкапния ( $P_{\text{ETCO}_2} > 50$  мм рт. ст.) в течение 25% и более времени сна, и/или регистрируемая десатурация в артериальном русле в сочетании с одним из следующих симптомов: храп, уплощение кривой носового давления на вдохе, парадоксальные движения грудной клетки и живота при дыхании.

Для характеристики степени тяжести СОАС используется ИАГ, который достоверно коррелирует со степенью аденоидно-tonsиллярной гипертрофии. Выделяют легкую степень СОАС при ИАГ 1,0–4,9, умеренную – при ИАГ 5,0–9,9, тяжелую – при ИАГ более 10 [1]. Вопрос корреляции тяжести АР и СОАС остается дискуссионным отчасти потому, что в большинстве педиатрических исследований до недавнего времени использовались лишь косвенные измерения для документирования расстройств дыхания во сне вместо ночной ПСГ. И хотя установлено, что тяжесть проявления СОАС у детей связана с выраженностью АР, это не подтверждено исследованиями с использованием ПСГ [15].

Наиболее простым и доступным скрининговым методом диагностики СОАС являются медицинские опросники. С их помощью можно отбирать группы детей, нуждающихся в детальном инструментальном обследовании. В педиатрической практике наиболее применимы детский опросник сна (PSQ) и подростковый опросник STOP-BANG.

PSQ содержит 22 вопроса о симптомах, касающихся частоты возникновения и интенсивности храпа, апноэ, затрудненного дыхания во сне, дневной сонливости, невнимательного или гиперактивного поведения и других признаков детского СОАС. Возможные варианты ответов на вопросы и их интерпретация в баллы: «да» – 1 балл, «нет» – 0 баллов. Конечная оценка рассчитывается как следующее отношение всех ответов: «да» / («да» + «нет»); ответ «не знаю»



не включается в расчет. Пороговое значение 0,33 указывает на высокую вероятность СОАС. Сочетание данного опросника с объективным исследованием нарушений дыхания во сне повышает точность диагностики СОАС и дает представление о сопутствующих заболеваниях, долгосрочном прогнозе и результатах хирургического вмешательства [1]. Оригинальный опросник STOP-BANG включает вопросы о храпе, усталости, наблюдаемых остановках дыхания во сне, артериальном давлении, индексе массы тела, возрасте, окружности шеи, половой принадлежности (Snoring, Tired, Observed, Pressure, Body Mass Index more than 35 kg/m<sup>2</sup>, Age older than 50, Neck size large, Gender = Male). У взрослых опросник, состоящий из восьми легко задаваемых вопросов, предназначен для стратификации риска СОАС с отрицательной предсказательной ценностью 93% для умеренного СОАС и 96% – для тяжелого. Модифицированная версия STOP-BANG может быть полезна в качестве инструмента прогнозирования СОАС и определения целесообразности выполнения полисомнографии у детей, особенно у подростков, чей фенотип СОАС схож с фенотипом взрослых [16]. Дополнительно для оценки качества жизни ребенка можно использовать опросник Pediatric Quality of Life Inventory (PedsQL). Он прост в понимании и удобен в заполнении, легко интерпретируется, помогает отслеживать состояние здоровья и оценивать результаты лечения. Опросник состоит из 23 вопросов, объединенных в следующие шкалы: физическое функционирование, эмоциональное функционирование, социальное функционирование и жизнь в школе. Ответы на вопросы распределены в виде шкал Лайкерта. Респондент выбирает один из предложенных вариантов ответа: это может быть самоотчет пациента (детская (возрастной диапазон 8–12 лет) и подростковая (возрастной диапазон 13–18 лет) формы) либо прокси-отчет его родителей (детская и подростковая версии) [17]. Золотым стандартом аппаратной диагностики СОАС как у взрослых, так и у детей считается ночная ПСГ. Методика ПСГ является высокоспецифичной, но достаточно трудоемкой и дорогостоящей. Кроме того, в нашей стране она не включена в ОМС. Эти обстоятельства могут тормозить диагностику СОАС и отсрочивать лечение пациентов [18]. Альтернативой ПСГ, согласно рекомендациям Американской академии медицины сна, служит шестиканальное кардиореспираторное мониторирование во время сна (КРМ), которое может проводиться в привычных домашних условиях. КРМ обеспечивает регистрацию параметров дыхания, сердечной деятельности и кислородной сатурации периферической крови. КРМ, включающее менее шести каналов, относится к скрининговым методам диагностики. Потенциальным ограничением методики является отсутствие записи электроэнцефалограммы, что не позволяет определять стадии сна и влияет на оценку степени тяжести синдрома и дифференцирование периферического и центрального апноэ [19].

Ночная оксиметрия была предложена в качестве более быстрого и дешевого скринингового теста по сравнению с ПСГ, поскольку ее можно проводить дома с использованием меньшего количества оборудования многоазового использования. Она обеспечивает быструю и неинвазивную оценку насыщенности кислородом (SpO<sub>2</sub>) гемоглобина в артериальной крови. Минимально допустимая

продолжительность исследования, согласно современным рекомендациям, составляет шесть часов непрерывного сна. Однако у детей с сочетанными заболеваниями дыхательной системы показатели SpO<sub>2</sub> могут меняться от ночи к ночи, поэтому мониторирование должно проводиться в течение нескольких ночей [20].

В ходе пульсоксиметрии оценивают среднее значение кислородного насыщения (SAT50) крови, долю времени с насыщением ниже определенного уровня (< 92%, < 90%, < 88%), индекс дельта 12с (Delta 12s index – показатель вариабельности насыщения кислородом с интервалами 12 с) и индекс кислородной десатурации (ODI) [1]. ODI определяется как количество эпизодов снижения кислородной сатурации за один час; обычно регистрируют снижение показателя на 3% (ODI3) и 4% (ODI4) от исходного уровня. Согласно данным многоцентрового исследования роли ночной оксиметрии в оценке тяжести СОАС у типично развивающихся детей, повышенные значения ODI3 и ODI4 прогнозируют СОАС у детей с высокой специфичностью, но переменной чувствительностью [21].

В проспективном исследовании (2017) с участием более 4000 пациентов сравнивали диагностическую ценность ночной оксиметрии для диагностики СОАС у детей с привычным храпом и стандартной ПСГ. Алгоритм автоматического анализа достиг точности 75,2, 81,7 и 90,2% при диагностике детей с ИАГ ≥ 1, ≥ 5 и ≥ 10 событий в час соответственно [22]. В аналогичной работе, опубликованной в 2020 г., были определены чувствительность и специфичность методики: в отношении СОАС средней и тяжелой степени – 59 и 100% соответственно [23]. Таким образом, ночная оксиметрия обеспечивает удовлетворительные диагностические показатели для выявления СОАС средней и тяжелой степени и может быть использована при недоступности ПСГ.

У детей для уточнения причины обструкции верхних дыхательных путей (ВДП) часто выполняется фибронозофарингоскопия. Однако у метода есть несколько недостатков: исследование проводится в состоянии бодрствования в вертикальном положении тела, зачастую ребенок беспокоен и эмоционально неустойчив во время исследования. Оптимальной диагностической процедурой в данной ситуации может стать слипэндоскопия, во время которой пациент находится в состоянии медикаментозного сна, а гибкий ларингоскоп вводится через носовой ход для осмотра верхних дыхательных путей.

Ю.Ю. Русецкий и соавт. (2021) провели исследование с участием 35 детей, целью которого было описание методики и определение показаний для проведения слипэндоскопии у детей. Авторы провели стандартную ПСГ и слипэндоскопию в течение 2–6 минут. В большинстве случаев сразу после исследования выполнялось соответствующее хирургическое вмешательство для устранения причины обструкции ВДП. Следует отметить, что на основании результатов обследования в 17% случаев объем операции был изменен [24].

### Перспективы совершенствования диагностики СОАС

Длительная гипоксемия и нарушения сна могут серьезно влиять на физическое и психическое развитие ребенка и приводить к ряду осложнений, включая задержку роста, энурез, нарушение работы сердечно-сосудистой системы и нервной системы. Именно поэтому важно искать быстрые, доступные



на уровне первичного звена методы диагностики СОАС. Такими могут стать биологические маркеры. Идеальный биомаркер должен отвечать нескольким требованиям: высокая чувствительность и специфичность для СОАС, сильная корреляция с тяжестью заболевания, вовлечение маркера в важный следственный путь, чтобы изменения его уровня надежно предсказывали улучшение исхода заболевания.

В исследовании G. Sauto и соавт. подтверждена высокая прогностическая ценность уровня калликреина 1, уромулина, урокортина 3 и орозомукоида 1 в отношении вероятности СОАС у детей, что может сделать определение этих показателей диагностическим тестом [25].

Интересные данные представлены в статье N.D. Kalogritsas: уровень эритропоэтина (ЕРО) в сыворотке крови у детей с СОАС значительно выше, чем у детей без СОАС, и четко коррелирует с ИАГ. Средние значения ЕРО в группах без СОАС и с СОАС –  $5,46 \pm 2,29$  и  $8,33 \pm 4,10$  мМЕ/мл соответственно, что делает показатель перспективным маркером СОАС в детской популяции [26].

В исследовании иркутской группы сомнологов под руководством И.М. Мадаевой (2022) было обнаружено высокое содержание бета-амилоида 42 в крови у подростков 15–17 лет с диагностированным СОАС. Выбор данного биомаркера обоснован тем, что в ряде исследований выявлена ассоциация между СОАС и болезнью Альцгеймера, которая может быть обусловлена нарушением выведения продуктов обмена из мозговой ткани у лиц с нарушенным сном, характерным для СОАС [27].

Результаты метаанализа (2021) 109 исследований воспалительных биомаркеров в сыворотке и плазме крови у детей и взрослых с СОАС показали, что уровень высокочувствительного С-реактивного белка (СРБ) у пациентов с СОАС достоверно выше, чем в контрольной группе. По сравнению с контрольной группой у детей с СОАС объединенная средняя концентрация плазменного высокочувствительного СРБ составила  $1,17$  мг/дл ( $p = 0,005$ ), а сывороточного высокочувствительного СРБ –  $0,18$  мг/дл ( $p = 0,05$ ). Более того, содержание СРБ в плазме крови у детей было тем выше, чем тяжелее выявленная степень СОАС [28].

В 2022 г. были опубликованы данные еще одного метаанализа девяти исследований с участием в общей сложности 838 человек. Выявлены достоверно более высокие уровни норадреналина и адреналина в моче у детей с СОАС по сравнению с детьми контрольной группы: SMD –  $1,45$  (95%-ный доверительный интервал (ДИ)  $0,91-2,00$ ;  $I^2 = 75\%$ ;  $p < 0,001$ ); SMD –  $1,84$  (95% ДИ  $0,00-3,67$ ;  $I^2 = 97\%$ ;  $p = 0,05$ ). Обнаружено также, что уровень норадреналина в моче у субъектов с умеренным и тяжелым СОАС был выше, чем у пациентов с легкой формой синдрома: SMD –  $0,55$  (95% ДИ  $0,10-1,00$ ;  $I^2 = 0\%$ ;  $p = 0,02$ ). Уровень дофамина в моче не ассоциировался с нарушением дыхания во сне независимо от тяжести [29].

Результаты последнего доступного метаанализа 18 исследований, в которых оценивались транспортная РНК, СРБ, маркеры воспаления, лейкотриены, амилаза и кортизол в слюне, изопропан и перекись водорода, были опубликованы в 2025 г. Показано, что биомаркеры мочи имели самую высокую диагностическую ценность с чувствительностью 89,8% по сравнению с 77,9% для биомаркеров сыворотки. Объединенное отношение шансов составило  $10,31$  (95% ДИ  $8,48-12,54$ ), что подтверждает сильную диагностическую связь [30].

### Заключение

Инструментальная диагностика СОАС у детей с АТГ и АР включает в себя скрининговый тест – ночную компьютерную мониторинговую пульсоксиметрию, кардиореспираторный мониторинг, однако золотым стандартом диагностики СОАС считается ППС.

Несмотря на то что анкетная и инструментальная диагностика СОАС на сегодняшний день хорошо разработана, остается актуальным поиск лабораторных маркеров синдрома. С учетом медицинской и социальной значимости СОАС, в том числе в детской популяции, разработка простого, доступного и надежного лабораторного теста существенно облегчит диагностику СОАС и повысит вероятность своевременного выявления синдрома и инициации лечения. \*

### Литература

1. Bitners A.C., Arens R. Evaluation and management of children with obstructive sleep apnea syndrome. *Lung*. 2020; 198 (2): 257–270.
2. Чумакова Н.С., Чумакова А.А. Значение сна в жизни человека. Шаг в науку. 2017; 3: 116–122.
3. Калашникова Т.П., Анисимов Г.В., Терво С.О., Ястребова А.В. Влияние аденонозиллярной патологии на когнитивные процессы и структуру сна у детей дошкольного возраста. *Специальное образование*. 2014; 3: 43–50.
4. Gulotta G., Iannella G., Vicini C., et al. Risk factors for obstructive sleep apnea syndrome in children: state of the art. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2019; 16 (18): 3235.
5. Коркмазов М.Ю., Ленгина М.А., Дубинец И.Д. и др. Качество жизни детей с аллергическим ринитом и пути коррекции. *Медицинский совет*. 2023; 17 (19): 115–124.
6. Астафьева Н.Г., Баранов А.А., Вишнева Е.А. и др. Аллергический ринит. *Клинические рекомендации*. М.; 2020.
7. Liu J., Zhang X., Zhao Y., Wang Y. The association between allergic rhinitis and sleep: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *PloS One*. 2020; 15 (2): e0228533.
8. Куртасова Л.М., Шакина Н.А., Лубнина Т.В., Николаева А.И. Иммунологические показатели и энзиматическая активность лимфоцитов периферической крови у детей с гипертрофией глоточной миндалины. *Вестник оториноларингологии*. 2017; 82 (2): 42–45.
9. Xu Z., Wu Y., Tai J., et al. Risk factors of obstructive sleep apnea syndrome in children. *J. Otolaryngol. Head Neck Surg*. 2020; 49 (1): 11.
10. Tran-Minh D., Phi-Thi-Quynh A., Nguyen-Dinh P., Duong-Quy S. Efficacy of obstructive sleep apnea treatment by antileukotriene receptor and surgery therapy in children with adenotonsillar hypertrophy: a descriptive and cohort study. *Front. Neurol*. 2022; 13: 1008310.



11. Evcimik M.F., Dogru M., Cirik A.A., Nepesov M.I. Adenoid hypertrophy in children with allergic disease and influential factors. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* 2015; 79 (5): 694–697.
12. Cho K.S., Kim S.H., Hong S.L., et al. Local atopy in childhood adenotonsillar hypertrophy. *Am. J. Rhinol. Allergy.* 2018; 32 (3): 160–166.
13. Nosetti L., Piacentini G., Macchi A., et al. Nasal cytology in children with primary snoring and obstructive sleep apnoea syndrome. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* 2019; 122: 133–137.
14. Lee D.J., Chung Y.J., Yang Y.J., Mo J.H. The impact of allergic rhinitis on symptom improvement in pediatric patients after adenotonsillectomy. *Clin. Exp. Otorhinolaryngol.* 2018; 11 (1): 52–57.
15. D'Elia C., Gozal D., Bruni O., Goudouris E., et al. Allergic rhinitis and sleep disorders in children – coexistence and reciprocal interactions. *J. Pediatr. (Rio J.)*. 2022; 98 (5): 444–454.
16. Combs D., Goodwin J.L., Quan S.F., et al. Modified STOP-bang tool for stratifying obstructive sleep apnea risk in adolescent children. *PLoS One.* 2015; 10 (11): e0142242.
17. Varni J.W., Seid M., Rode C.A. The PedsQL: measurement model for the pediatric quality of life inventory. *Med. Care.* 1999; 37 (2): 126–139.
18. Бузунов Р.В. Целесообразность применения мониторинговой компьютерной пульсоксиметрии для скрининга синдрома обструктивного апноэ во время сна. *Кардиология.* 2011; 51 (3): 81–85.
19. Агальцов М.В. Полисомнография или кардиореспираторное мониторирование – что выбрать для оптимальной диагностики нарушений дыхания во сне? *Артериальная гипертензия.* 2019; 25 (6): 604–612.
20. Everitt L., Roberts P., Evans H.J. Use of pulse oximetry as an investigative test for paediatric respiratory sleep disorders. *Arch. Dis. Child Educ. Pract. Ed.* 2023; 108 (6): 429–438.
21. Selby A., Buchan E., Davies M., et al. Role of overnight oximetry in assessing the severity of obstructive sleep apnoea in typically developing children: a multicentre study. *Arch. Dis. Child.* 2024; 109 (4): 308–313.
22. Hornero R., Kheirandish-Gozal L., Gutiérrez-Tobal G.C., et al. Nocturnal oximetry-based evaluation of habitually snoring children. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2017; 196 (12): 1591–1598.
23. Jonas C., Thavagnanam S., Blecher G., Thambipillay G., Teng A.Y. Comparison of nocturnal pulse oximetry with polysomnography in children with sleep disordered breathing. *Sleep Breath.* 2020; 24 (2): 703–707.
24. Русецкий Ю.Ю., Латышева Е.Н., Калугина М.С. и др. Особенности слипэндоскопии в детском возрасте. *Вестник оториноларингологии.* 2021; 86 (5): 58–62.
25. Sauto Gde L., Pachêco-Pereira C., Aydinoz S., et al. Biomarkers associated with obstructive sleep apnea: a scoping review. *Sleep Med. Rev.* 2015; 23: 28–45.
26. Kalogritsas N.D., Lachanas V.A., Liakos P., et al. Erythropoietin levels in children with obstructive sleep apnea. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* 2021; 151: 110932.
27. Бердина О.Н., Мадаева И.М., Большакова С.Е. и др. Синдром обструктивного апноэ сна и бета-амилоид 42 у подростков: результаты пилотного исследования. *Acta Biomedica Scientifica.* 2022; 7 (3): 13–21.
28. Imani M.M., Sadeghi M., Farokhzadeh F., et al. Evaluation of blood levels of C-reactive protein marker in obstructive sleep apnea: a systematic review, meta-analysis and meta-regression. *Life (Basel).* 2021; 11 (4): 362.
29. Cheng E.T.W., Chan R.N.C., Chan K.C.C., et al. Level of urinary catecholamine in children with sleep disordered breathing: a systematic review and meta-analysis. *Sleep Med.* 2022; 100: 565–572.
30. Shan S., Padmanabhan V., Swaminathan K., et al. Diagnostic potential of biomarkers in the assessment of pediatric obstructive sleep apnea – a systematic review and meta-analysis. *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.* 2025.

### Possibilities of Instrumental and Laboratory Diagnostics in Children with Obstructive Sleep Apnea Syndrome, Allergic Rhinitis and Adenotonsillar Hypertrophy

A.I. Kryukov, PhD, Prof., Corr. Mem. of RAS<sup>1,2</sup>, A.Yu. Ivoilov, PhD, Prof.<sup>1,2,3</sup>, M.G. Poluektov, PhD, Assoc. Prof.<sup>4</sup>, M.V. Tardov, PhD, Prof.<sup>5</sup>, I.I. Arkhangelskaya, PhD<sup>1,3</sup>, E.O. Vyazmenov, PhD<sup>2</sup>, U.E. Petrashko<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Scientific Research Clinical Institute of Otorhinolaryngology named after L.I. Sverzhnevsky

<sup>2</sup> N.I. Pirogov Russian National Research Medical University

<sup>3</sup> Children's City Clinical Hospital No. 9 named after G.N. Speransky

<sup>4</sup> I.M. Sechenov First Moscow State Medical University

<sup>5</sup> Peoples' Friendship University of Russia

Contact person: Irina I. Arkhangelskaya, arkhangelskaya16@mail.ru

*Sleep-disordered breathing leads to hypoxemia and sleep fragmentation, which affects all aspects of the body's functioning. This problem is especially relevant in childhood, when all organs and systems, including the brain, are maturing. Most often, obstructive sleep apnea syndrome (OSAS) in the pediatric population is associated with hypertrophy of lymphoid tissue in the upper respiratory tract. The article discusses the relationship between hypertrophy of the pharyngeal tonsils and adenoids, as well as inflammatory processes in the nasal passages with OSAS. It also describes the possibilities of diagnosing OSAS, ranging from questionnaires to instrumental diagnostic methods such as polysomnography, cardiorespiratory monitoring of nocturnal sleep, and nocturnal pulse oximetry. The most relevant direction in diagnostics today is the search for reliable biomarkers of OSAS; the article provides data on the value of various markers determined in blood plasma or urine. The need for further reliable laboratory criteria of OSAS search is emphasized.*

**Keywords:** obstructive sleep apnea syndrome, adenotonsillar hypertrophy, allergic rhinitis, adenotonsillectomy, biomarkers, sleep