

## Синдром обструктивного апноэ сна и когнитивные нарушения

© В.В. КЕМСТАЧ<sup>1</sup>, Л.С. КОРОСТОВЦЕВА<sup>2</sup>, М.С. ГОЛОВКОВА-КУЧЕРЯВАЯ<sup>2</sup>, М.В. БОЧКАРЕВ<sup>2</sup>,  
Ю.В. СВИРЯЕВ<sup>2,3</sup>, А.Н. АЛЕХИН<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена», Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия;

<sup>3</sup>ФГБОУН «Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова» РАН, Санкт-Петербург, Россия

### Резюме

Нарушения дыхания во сне сопровождаются фрагментацией сна и снижением насыщения крови кислородом вследствие эпизодов апноэ и/или гипопноэ. Многочисленные исследования показали влияние синдрома обструктивного апноэ сна (СОАС) на когнитивные функции, в первую очередь на исполнительные функции, внимание и эпизодическую память, а также на динамический фактор психической деятельности. Исследуются также когнитивные функции пациентов с коморбидными неврологическими и психическими расстройствами. Существуют различные модели, объясняющие, каким образом СОАС влияет на когнитивные функции, однако до сих пор не определены факторы, опосредующие связь между тяжестью исходного состояния и клинической динамикой расстройств, а также условия, влияющие на восстановление когнитивных функций пациентов после воздействий, нарушающих функции нервной системы. Представляется, что эти вопросы значимы и актуальны в аспектах профилактики когнитивных расстройств и реабилитации когнитивных функций.

**Ключевые слова:** когнитивные функции, нарушения дыхания во сне, синдром обструктивного апноэ, исполнительные функции, внимание, память, когнитивная дисфункция.

### Информация об авторах:

Кемстач В.В. — <https://orcid.org/0000-0002-0047-3428>

Коростовцева Л.С. — <https://orcid.org/0000-0001-7585-6012>

Головкова-Кучерявая М.С. — <https://orcid.org/0000-0002-2857-7982>

Бочкарев М.В. — <https://orcid.org/0000-0002-7408-9613>

Свириев Ю.В. — <https://orcid.org/0000-0002-3170-0451>

Алехин А.Н. — <https://orcid.org/0000-0002-6487-0625>

### Как цитировать:

Кемстач В.В., Коростовцева Л.С., Головкова-Кучерявая М.С., Бочкарев М.В., Свириев Ю.В., Алехин А.Н. Синдром обструктивного апноэ сна и когнитивные нарушения. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2020;120(1):90-95. <https://doi.org/10.17116/jnevro202012001190>

## Obstructive sleep apnea syndrome and cognitive impairment

© V.V. KEMSTACH<sup>1</sup>, L.S. KOROSTOVITSEVA<sup>2</sup>, M.S. GOLOVKOVA-KUCHERIAVAIA<sup>2</sup>, M.V. BOCHKAREV<sup>2</sup>,  
YU.V. SVIRYAEV<sup>2,3</sup>, A.N. ALEKHIN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Herzen Russian State Pedagogical University, St. Petersburg, Russia;

<sup>2</sup>Almazov National Medical Research Centre, St. Petersburg, Russia;

<sup>3</sup>Institute of the Evolutionary Physiology and Biochemistry n.a. I.M. Sechenov, St. Petersburg, Russia

### Abstract

Sleep-disordered breathing is associated with sleep fragmentation and reduced blood oxygenation due to apnea and hypopnea episodes. Multiple studies indicate that obstructive sleep apnea syndrome (OSAS) can have negative impact on cognitive functioning, primarily executive functions, attention, and episodic memory. The attention is also focused on cognition in patients with neurologic and psychiatric comorbidities. There are different explanatory models, which show the mechanisms of OSAS influence on cognition. However, it is still unclear how the initial severity of the disease and clinical outcomes interrelate, and which factors play role in the compensation of cognitive dysfunction. Better understanding of these issues is crucial for the prevention of cognitive impairment and rehabilitation of cognitive functioning.

**Keywords:** cognition, sleep apnea, sleep-disordered breathing, executive functions, memory, attention, cognitive dysfunction.

**Information about the authors:**

Kemstach V.V. — <https://orcid.org/0000-0002-0047-3428>  
Korostovtseva L.S. — <https://orcid.org/0000-0001-7585-6012>  
Golovkova-Kucheriavaia M.S. — <https://orcid.org/0000-0002-2857-7982>  
Bochkarev M.V. — <https://orcid.org/0000-0002-7408-9613>  
Sviryaev Yu.V. — <https://orcid.org/0000-0002-3170-0451>  
Alekhin A.N. — <https://orcid.org/0000-0002-6487-0625>

**To cite this article:**

Kemstach V.V., Korostovtseva L.S., Golovkova-Kucheriavaia M.S., Bochkarev M.V., Sviryaev Yu.V., Alekhin A.N. Obstructive sleep apnea syndrome and cognitive impairment. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry = Zhurnal Nevrologii i Psikiatrii im. S.S. Korsakova*. 2020;120(1):90-95. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/jnevro202012001190>

Нарушения дыхания во сне представляют актуальную медицинскую проблему и рассматриваются как фактор риска сердечно-сосудистых заболеваний [1–3]. Наряду с изучением влияния на жесткие конечные точки (фатальные и нефатальные сердечно-сосудистые события) все больше внимания исследователи уделяют оценке других параметров, которые отражают общее состояние здоровья, качество жизни и другие показатели деятельности и функционирования человека. Среди таких показателей большой интерес представляют когнитивные функции.

Когнитивные функции определяют как психические процессы, обеспечивающие познание человеком себя и окружающего мира, так и целенаправленное поведение. Эти функции включают в себя гнозис (восприятие информации), праксис (целенаправленную двигательную активность), речь, внимание, память, интеллект, а также исполнительные функции. Исполнительные функции, также обозначаемые как управляющие функции, — понятие, объединяющее внимание, рабочую память, формирование цели, выработку программы действий, контроль над ее выполнением и при необходимости — корректировку, а также когнитивную гибкость и тормозный контроль. Также в литературе встречается термин «регуляторные функции», поскольку они представляют собой процесс, обеспечивающий регуляцию целенаправленной деятельности человека.

Существенное снижение качества когнитивных функций рассматривается как когнитивное расстройство, определяемое по тяжести легким, умеренным либо тяжелым (деменция).

Теория системной динамической локализации высших психических функций, разработанная А.Р. Лурия, определила круг вопросов, которые сохраняют свою актуальность с фундаментальной и клинической точек зрения: генез, строение, механизмы нормального и патологического функционирования, а также компенсации высших психических функций.

Среди множества факторов, способных вызвать повреждение головного мозга и, соответственно, оказать влияние на когнитивные функции, рассматривается синдром обструктивного апноэ сна (СОАС). Цель данной статьи — обзор исследований, посвященных влиянию расстройств дыхания во сне на когнитивные функции.

С клинической точки зрения актуальными являются вопросы вклада нарушений дыхания во сне в формирование и развитие когнитивной дисфункции, нарушений дыхания во сне как фактора риска развития сердечно-сосудистой катастрофы, а также в случае развития таковой как фактора, снижающего реабилитационный потенциал (в том числе и с точки зрения реабилитации когнитивных функций).

Нарушения дыхания во сне сопровождаются фрагментацией сна и снижением насыщения крови кислородом вследствие эпизодов апноэ (полное прекращение вентиляции) и/или гипопноэ (снижение вентиляции не менее чем на 30%, сочетающееся с уменьшением уровня сатурации не менее чем на 3%) длительностью 10 с или более [4]. В зависимости от количества остановок дыхания за 1 ч сна — индекса апноэ-гипопноэ (ИАГ) — различают легкое течение с ИАГ 5–14,9 эпизодов за 1 ч сна, среднетяжелое течение с ИАГ 15–29,9 эпизодов за 1 ч сна и тяжелое течение с ИАГ 30 эпизодов за 1 ч сна и более [5].

Данный симптомокомплекс имеет значительное распространение в популяции: по данным Висконсинского когортного исследования, проводившегося с 1988 по 2011 г., в котором приняли участие 1520 человек в возрасте 30–70 лет, частота СОАС от легкой до тяжелой степени с индексом ИАГ  $\geq 5$  в 1 ч сна составила 26% в период 2007–2010 гг., а частота СОАС средней и тяжелой степени (ИАГ  $\geq 15$  в 1 ч сна) в этот же период времени — 10% [6].

Многочисленные исследования подчеркивают коморбидность СОАС с сердечно-сосудистыми заболеваниями, в частности с артериальной гипертензией, инсулинорезистентностью и острым нарушением мозгового кровообращения [1–3, 7]. Данный спектр коморбидной патологии обуславливает сложность определения воздействия СОАС на структурно-функциональную организацию головного мозга, так как означенные заболевания (сердечно-сосудистые заболевания, сахарный диабет) также негативно влияют на функции мозга. Наряду с медицинскими аспектами СОАС вмешивается и в некоторые социальные: избыточная дневная сонливость, обусловленная СОАС, повышает риск дорожно-транспортных происшествий у водителей [8], риск травматизма на работе [9], способствует снижению работоспособности [10], может оказывать влияние на межличностные взаимоотношения в коллективах [11, 12] и т.д. Многочисленные факты о связи СОАС с угрозами здоровью и жизни человека делают научное исследование этиологии, патогенеза, эффективной терапии и профилактики СОАС актуальной и значимой задачей.

Одним из серьезных осложнений СОАС являются когнитивные дисфункции, определяющие качество жизни человека, его социальное поведение, работоспособность.

В свою очередь, когнитивная дисфункция негативно сказывается на течении имеющихся хронических заболеваний через ряд факторов, таких как нарушение контроля приема препаратов, низкая приверженность пациента к лечению.

В качестве патогенетических механизмов, определяющих нарушение когнитивных функций у пациентов с СОАС, рассматриваются интермиттирующая (периодическая) гипоксия, с одной стороны, и фрагментация естественного сна — с другой. Изменения структуры и качества сна, нарушения локального мозгового кровообращения, нейромедиаторный сдвиг, клеточный окислительно-восстановительный статус могут вносить собственный вклад в нарушения когнитивных функций у пациентов с СОАС [13—16]. Важным вопросом является обратимость когнитивных дисфункций у пациентов с СОАС. В метаанализах и систематических обзорах есть указания на положительное влияние терапии апноэ на когнитивный и неврологический статус пациентов [17—18].

### Воздействие СОАС на когнитивные функции

На сегодняшний день данные о роли нарушений дыхания во сне в когнитивной деятельности разнообразны и порой противоречивы. Отчасти это связано с тем, что в исследованиях для оценки используются разные нейропсихологические методики, а выборки неоднородны, также различается и тяжесть нарушений [19]. К причинам, усложняющим анализ взаимосвязи СОАС и когнитивных дисфункций, относят также: учет (или игнорирование) коморбидной патологии, длительности СОАС, пола (в случае женщин — периода до либо после наступления менопаузы), субъективного отчета о состоянии пациентов (сонливость, усталость), уровня когнитивного резерва [20].

В связи с тем, что термин «когнитивный резерв» был введен в литературу относительно недавно, представляется целесообразным коротко раскрыть это понятие. Когнитивный резерв рассматривается как свойство агрегации нейронных сетей, которые обеспечивают обработку сигналов мозгом. Морфофункциональным субстратом когнитивного резерва считается нейронная сеть. Полагают, что у людей с высоким уровнем когнитивного резерва последняя организована более разнообразно, чем при ограниченном пуле нейронных путей. С уровнем когнитивного резерва связывают выраженность когнитивных дисфункций при сравнимых повреждающих воздействиях. Возможно, достаточный когнитивный резерв в любом возрасте определяет компенсаторные возможности головного мозга при повреждающем его структуре воздействии.

В контексте проводимого анализа рассмотрим, как влияет наличие СОАС на отдельные составляющие когнитивного поведения.

### Память

У пациентов с СОАС страдает долговременная (эпизодическая) вербальная и зрительная память: отмечается отсроченное снижение качества воспроизведения стимулов. Воспроизведение слухоречевых стимулов страдает в непосредственном звене наряду с нарушением избирательности следа, в то время как зрительная память при непосредственном воспроизведении оказывается более емкой [16, 21]. В целом у пациентов с СОАС отмечают более низкие результаты в тестах на вербальную, чем зрительно-пространственную память, по сравнению с контрольной группой [22, 23].

### Исполнительные функции

Что касается исполнительных функций, то различные их аспекты подвержены влиянию СОАС: переключение между задачами, тормозный контроль, компонент вовле-

чения рабочей памяти, гибкость мышления [24]. В одном из обзоров выдвинуто предположение, что исполнительные функции являются наиболее уязвимым параметром при СОАС [25]. Однако в другом исследовании авторы не выявили значимых различий в группе пациентов с СОАС без коморбидных заболеваний и группе контроля по результатам тестов, позволяющих оценить состояние таких компонентов исполнительных функций, как переключение, торможение импульсных реакций, сохранение и обновление значимой информации, выполнение двойной задачи, планирование и доступ к долговременной памяти [26]. В этом исследовании группа обследуемых с СОАС состояла из 22 пациентов в возрасте 36—65 лет с умеренной и тяжелой степенью СОАС, с индексом массы тела ниже 26 кг/м<sup>2</sup>, без сахарного диабета, артериальной гипертензии и депрессии. Не было выявлено значимой корреляции между ИАГ и результатами тестов на исполнительные функции. Однако средний уровень оксигенации крови коррелировал с показателями переключаемости между задачами и доступа к долговременной памяти. На основании результатов данного исследования авторы сделали вывод о том, что СОАС (при отсутствии коморбидной патологии) не сопровождается когнитивными нарушениями.

Таким образом, результаты исследований являются противоречивыми, однако большинство исследователей склоняются к тому, что исполнительные функции уязвимы к воздействию СОАС [17, 24—27].

### Внимание

Данные метаанализов и систематических обзоров указывают на влияние СОАС на внимание. Обзор рисков СОАС, связанных с управлением транспортными средствами [28], дал толчок к исследованию процесса внимания у пациентов с СОАС. Симуляторы вождения позволяли оценить качество регуляции произвольного внимания [29]. У обследуемых с СОАС обнаруживали более низкую эффективность в таких симуляторах в сравнении с контрольной группой [30, 31]. Отличия были выявлены и по традиционным нейропсихологическим тестам, оценивающим внимание [27, 32].

Обращаясь к патогенетической основе когнитивных нарушений при СОАС, исследователи установили связь между когнитивной дисфункцией в целом и тяжестью гипоксии, а также связь между показателями внимания и степенью фрагментации сна [16].

Что касается других когнитивных функций, то в литературе не предлагается развернутых данных об их подверженности влиянию нарушений дыхания во сне. Опираясь на упомянутую выше теорию системной динамической локализации высших психических функций, можно предположить их вторичное вовлечение.

### СОАС и когнитивные функции у детей

Следует отметить рост количества исследований, посвященных анализу когнитивных нарушений у пациентов с СОАС разного возраста (детский, подростковый, средний, пожилой возраст) [33—36].

Часто упоминается особая уязвимость когнитивных функций при СОАС у детей и подростков [37—38]. Наряду со снижением рабочей памяти, внимания, исполнительных функций, динамического фактора психической деятельности у детей отмечаются нарушения поведения и фонологической обработки [34]. Вместе с этим дети с высоким

индексом дыхательных расстройств (RDI) демонстрируют оппозиционное и агрессивное поведение, а также трудности социальной адаптации [39].

Можно предположить, что уязвимость когнитивных функций к воздействию СОАС у детей связана с тем, что в случае завершеного формирования морфофункциональных структур головного мозга возможности компенсации воздействия повреждающих факторов выше. Мозговые структуры ребенка и подростка, находясь в процессе формирования, являются менее дифференцированными, что обуславливает иной, чем у взрослых людей, тип реакции на воздействие повреждающего фактора.

### Модель когнитивных нарушений при СОАС

Связь между СОАС и нарушением когнитивных функций представляется в настоящий момент доказанной, данные же о характере этих нарушений многочисленны, мозаичны и противоречивы: даже в тех вопросах, по которым данные литературы согласованы (как в случае с исполнительными функциями), есть исследования, которые предлагают в корне отличные выводы. Часть возможных причин столь пестрой картины приведена нами выше. Что касается моделей когнитивных нарушений при СОАС, то одна из точек зрения представляет снижение когнитивных функций как временное, обратимое осложнение низкого качества ночного сна, обуславливающее избыточную дневную сонливость и снижение внимания. Таким образом, снижение памяти и исполнительных функций рассматривается как вторичное по отношению к сонливости и дефициту внимания.

Другая точка зрения предполагает, что СОАС ведет к стойким изменениям в работе головного мозга на уровне повреждения сосудов и апоптоза, что в свою очередь запускает нарушения когнитивных функций [19]. Первый механизм, рассматриваемый в рамках этого подхода, — оксидативный стресс вследствие хронической интермиттирующей гипоксии, который ведет к гибели клеток и когнитивной дисфункции. Второй механизм включает влияние нарушений газового состава крови и гомеостаза головного мозга (вследствие фрагментации сна и/или циклических колебаний газового состава крови) на функционирование лобных отделов и гиппокампа, что приводит к снижению памяти и, в особенности, исполнительных функций.

### Факторы, опосредующие влияние СОАС на когнитивные функции

Как указывалось ранее, среди этих факторов можно отметить возраст, пол, генетическую предрасположенность, наличие и тяжесть коморбидной патологии, эффект от лечения, уровень гипоксии и нарушения сна, уровень когнитивного резерва.

Нельзя исключать, по крайней мере с позиций холистического подхода, целостность психической деятельности и неразделимость когнитивной и эмоциональной систем,

вегетативной системы (базового ее состояния, приспособляемости, лабильности, реактивности) и костно-мышечно-висцеральной системы.

Несмотря на имеющиеся данные, свидетельствующие о влиянии нарушений дыхания во время сна на когнитивные функции, число крупных рандомизированных исследований в этой области не так велико. В настоящее время проводится ряд рандомизированных контролируемых исследований, целью которых является оценка когнитивных функций на фоне лечения неинвазивной вентиляцией легких у больных с нарушениями дыхания во время сна без сопутствующей патологии, а также в когортах пациентов с различными заболеваниями<sup>1</sup>.

Комплексная оценка когнитивных функций и их связь с нарушениями дыхания во время сна у пациентов, перенесших острое нарушение мозгового кровообращения, является одной из вторичных конечных точек, анализируемых в многоцентровом рандомизированном исследовании адаптивной сервоventилиации «Early Sleep Apnea Treatment in Stroke (eSATIS)», идентификационный номер ClinicalTrials.gov — NCT02554487.

Данные метаанализов и систематических обзоров указывают на положительное влияние СИПАП-терапии на симптомы сонливости и когнитивные функции пациентов [17—18, 40—42]. Требуют дальнейшей разработки вопросы о том, какие группы пациентов, когда и в течение какого времени должны получать СИПАП-терапию для достижения оптимального терапевтического эффекта.

## Заключение

Большинство исследователей разделяют мнение, что СОАС влечет за собой нарушения когнитивных функций: исполнительных функций, внимания и памяти (в первую очередь слухоречевой).

Глобальные вопросы — какие условия влияют на восстановление когнитивных функций пациентов после воздействия, нарушающего функции нервной системы; какие факторы опосредуют связь между тяжестью исходного состояния и клиническим исходом и т.д. — остаются открытыми для будущих исследований, в особенности применимо к уязвимым группам. Насколько обратимы нарушения когнитивных функций, что мы можем сделать, чтобы обеспечить каждому пациенту наилучший возможный для него уровень компенсации, а также какие системные меры могут быть предприняты для профилактики когнитивных расстройств — значимые вопросы прикладного характера, на которые нам также предстоит найти ответы. Представляется, что означенные вопросы намечают пути для дальнейших исследований.

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
The authors declare no conflicts of interest.**

<sup>1</sup>«Cognition and Obstructive Sleep Apnea in Parkinson's Disease, Effect of Positive Airway Pressure Therapy (COPE-PAP)», идентификационный номер ClinicalTrials.gov NCT02209363; «The Effect of CPAP Treatment on Cognitive Functions, Anxiety, and Affective Symptoms», NCT03866161; «Effects of CPAP on Cognitive Function, Neurocognitive Architecture and Function in Patients With OSA: The SMOSAT Trial», NCT02886156; «CPAP to Treat Cognitive Dysfunction in MS», NCT02544373; «Neurocognitive and Health Impact of Sleep Apnea in Elderly Veterans With Comorbid COPD», NCT02703207; «MCI: CPAP Treatment of OSA (Memories2) (MCI:OSA)», NCT03113461; «Mild Intermittent Hypoxia and Its Multipronged Effect on Sleep Apnea», NCT03736382.

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Yaggi HK, Concato K, Kernan WN, Lichtman JH, Brass LM, Mohseni V. Obstructive sleep apnea as a risk factor for stroke and death. *N Engl J Med*. 2005;353:2034-2041. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa043104>
- Pepperell JC. Sleep apnoea syndromes and the cardiovascular system. *Clin Med*. 2011;11:275-278. <https://doi.org/10.7861/clinmedicine.11-1-275>
- Marin JM, Agusti A, Villar I. Association between treated and untreated obstructive sleep apnea and risk of hypertension. *JAMA: the Journal of the American Medical Association*. 2012;307:2169-2176. <https://doi.org/10.1001/jama.2012.3418>
- Berry RB, Budhiraja R, Gottlieb DJ. Rules for scoring respiratory events in sleep: update of the 2007 AASM manual for the scoring of sleep and associated events: deliberations of the sleep apnea definitions task force of the American Academy of Sleep Medicine. *J Clin Sleep Med*. 2012;8(5):597-619. <https://doi.org/10.5664/jcsm.2172>
- Iber C, Ancoli-Israel S, Chesson AL, Quan SF. *Aasm manual for the scoring of sleep and associated events: rules, terminology, and technical specifications*. Illinois: 1st. Westchester; 2007.
- Peppard PE, Young T, Barnett JH. Increased prevalence of sleep-disordered breathing in adults. *Am J Epidemiol*. 2013;177(9):1006-1014. <https://doi.org/10.1093/aje/kws342>
- Babu AR, Herdegen J, Fogelfeld L, Shott S, Mazzone T. Type 2 diabetes, glycemic control, and continuous positive airway pressure in obstructive sleep apnea. *Arch Int Med*. 2005;165:447-452. <https://doi.org/10.1001/archinte.165.4.447>
- Hiestand D, Phillips B. Obstructive sleep apnea syndrome: Assessing and managing risk in the motor vehicle operator. *Curr Opin Pulm Med*. 2011;17:412-418. <https://doi.org/10.1097/MCP.0b013e32834b96a4>
- Swanson LM, Arnedt JT, Rosekind MR, Belenky G, Balkin TJ, Drake C. Sleep disorders and work performance: findings from the 2008 National Sleep Foundation Sleep in America poll. *J Sleep Res*. 2011;20(3):487-494. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2869.2010.00890.x>
- Stendardo M, Casillo V, Schito M, Ballerini L, Stomeo F, Vitali E, Nardini M, Maietti E, Boschetto P. Forced expiratory volume in one second: A novel predictor of work disability in subjects with suspected obstructive sleep apnea. *PLoS One*. 2018;13(7):e0201045. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201045>
- Egea Santaolalla CJ, del Campo Matias F. Work-related accidents, absenteeism and productivity in patients with sleep apnea. A future consideration in occupational health assessments? *Arch Bronconeumol*. 2015;51(5):209-210. <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2015.02.005>
- Jurado-Gómez B, Guglielmi O, Gude F, Buela-Casal G. Workplace accidents, absenteeism and productivity in patients with sleep apnea. *Arch Bronconeumol*. 2015;51(5):213-218. <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2014.07.003>
- Pan W, Kastin AJ. Can sleep apnea cause Alzheimer's disease? *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. 2014;47C:656-669. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2014.10.019>
- Lavie L. Oxidative stress in obstructive sleep apnea and intermittent hypoxia — Revisited — The bad ugly and good: Implications to the heart and brain. *Sleep Medicine Reviews*. 2015;20:27-45. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2014.07.003>
- Poe GR, Walsh CM, Bjorness TE. Cognitive neuroscience of sleep. *Progress in Brain Research*. 2010;185:1-19. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53702-7.00001-4>
- Mander BA, Rao V, Lu B. Prefrontal atrophy, disrupted NREM slow waves and impaired hippocampal-dependent memory in aging. *Nature Neuroscience*. 2013;16(3):357-364. <https://doi.org/10.1038/nn.3324>
- Bucks RS, Olaithe M, Eastwood P. Neurocognitive function in obstructive sleep apnoea: a meta-review. *Respirology*. 2013;18(1):61-70. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1843.2012.02255.x>
- Marshall NS, Barnes M, Travier N. Continuous positive airway pressure reduces daytime sleepiness in mild to moderate obstructive sleep apnoea: a meta-analysis. *Thorax*. 2006;61(5):430-434. <https://doi.org/10.1136/thx.2005.050583>
- Decary A, Rouleau I, Montplaisir J. Cognitive deficits associated with sleep apnea syndrome: a proposed neuropsychological test battery. *Sleep*. 2000;23:369-381. <https://doi.org/10.1093/sleep/23.3.1d>
- Bucks RS, Olaithe M, Rosenzweig I, Morrell MJ. Reviewing the relationship between OSA and cognition: Where do we go from here? *Respirology*. 2017;22(7):1253-1261. <https://doi.org/10.1111/resp.13140>
- Wallace A, Bucks RS. Memory and obstructive sleep apnea: a meta-analysis. *Sleep*. 2013;36:203-220. <https://doi.org/10.5665/sleep.2374>
- Kloepfer C, Riemann D, Nofzinger EA, Feige B, Unterrainer J, O'Hara R, et al. Memory before and after sleep in patients with moderate obstructive sleep apnea. *J Clin Sleep Med*. 2009;5:540-548.
- Twigg GL, Papaioannou I, Jackson M, Ghiassi R, Shaikh Z, Jaye J. Obstructive sleep apnea syndrome is associated with deficits in verbal but not visual memory. *Am J Respir Crit Care Med*. 2010;182:98-103. <https://doi.org/10.1164/rccm.200901-0065OC>
- Olaithe M, Bucks RS. Executive dysfunction in OSA before and after treatment: a meta-analysis. *Sleep*. 2013;36:1297-1305. <https://doi.org/10.5665/sleep.2950>
- Saunamaki T, Jehkonen M. A review of executive functions in obstructive sleep apnea syndrome. *Acta Neurol Scand*. 2007;115:1-11. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0404.2006.00744.x>
- Borges JG, Ginani GE, Hachul H, Cintra FD, Tufik S, Pompeia S. Executive functioning in obstructive sleep apnea syndrome patients without comorbidities: focus on the fractionation of executive functions. *J Clin Exp Neuropsychol*. 2013;35(10):1094-107. <https://doi.org/10.1080/13803395.2013.858661>
- Bawden FC, Oliveira CA, Caramelli P. Impact of obstructive sleep apnea on cognitive performance. *Arq Neuropsiquiatr*. 2011;69:585-589.
- Masa JF, Rubio M, Findley LJ. Habitually sleepy drivers have a high frequency of automobile crashes associated with respiratory disorders during sleep. *Am J Respir Crit Care Med*. 2000;162:1407-1412. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.162.4.9907019>
- Pichel F, Zamarrona C, Maganb F, Rodriguez JR. Sustained attention measurements in obstructive sleep apnea and risk of traffic accidents. *Respir Med*. 2006;100:1020-1027. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2005.09.036>
- Juniper M, Hack MA, George CF, Davies RJ, Stradling JR. Steering simulation performance in patients with obstructive sleep apnoea and matched control subjects. *Eur Respir J*. 2000;15:590-595. <https://doi.org/10.1034/j.1399-3003.2000.15.27X>
- Tippin J, Sparks J, Rizzo M. Visual vigilance in drivers with obstructive sleep apnea. *J Psychosom Res*. 2009;67:143-151. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2009.03.015>
- Shpirer I, Elizur A, Shorer R, Peretz RB, Rabey JM, Khaigrekht M. Hypoxemia correlates with attentional dysfunction in patients with obstructive sleep apnea. *Sleep Breath*. 2012;16(3):821-827. <https://doi.org/10.1007/s11325-011-0582-1>
- Лисовская Н.А., Дубинина Е.А., Антонова Т.Д., Коростовцева Л.С., Свиричев Ю.В., Образцова Г.И., Алехин А.Н. Синдром обструктивного апноэ во сне у подростков с избыточной массой тела и ожирением: фокус на когнитивное функционирование. *Артериальная гипертензия*. 2017;23(4):303-312. <https://doi.org/10.18705/1607-419X-2017-23-4-303-312>
- Lisovskaya NA, Dubinina EA, Antonova TD, Korostovtseva LS, Sviryachev YuV, Obratsova GI, Alekhin AN. Obstructive sleep apnea syndrome in overweight and obese adolescents: focus on cognitive functioning. *Arterial'naya Gipertenziya = Arterial Hypertension*. 2017;23(4):303-312. (In Russ.). <https://doi.org/10.18705/1607-419X-2017-23-4-303-312>
- Krysta K, Bratek A, Zawada K, Stepańczyk R. Cognitive deficits in adults with obstructive sleep apnea compared to children and adolescents. *J Neural Transm*. 2017;124(suppl 1):187-201. <https://doi.org/10.1007/s00702-015-1501-6>
- Bourke R, Anderson V, Yang JS, Jackman AR, Killedar A, Nixon GM. Neurobehavioral function is impaired in children with all severities of sleep disordered breathing. *Sleep Med*. 2011;12(3):222-229. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2010.08.011>
- Кельмансон И.А. Эмоциональные расстройства и расстройства поведения у детей, связанные с нарушениями сна. *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. 2014;59(4):32-40.
- Kelmanson IA. Emotional and behavioral problems associated with sleep disorders in children. *Rossiyskiy Vestnik Perinatologii i Pediatrii (Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics)*. 2014;59(4):32-40. (In Russ.).

37. Andreou G, Agapitou P. Reduced language abilities in adolescents who snore. *Archives of clinical neuropsychology: the official journal of the National Academy of Neuropsychologists*. 2007;22(2):225-119. <https://doi.org/10.1016/j.acn.2006.12.008>
38. Marcus CL, Brooks LJ, Draper KA, Gozal D, Halbower AC, Jones J, et al. Diagnosis and management of childhood obstructive sleep apnea syndrome. *Pediatrics*. 2012;130(3):714-755. <https://doi.org/10.1542/peds.2012-1672>
39. Mulvaney SA, Goodwin JL, Morgan WJ. Behavior problems associated with sleep disordered breathing in school-aged children — the Tucson children's assessment of sleep apnea study. *J Pediatr Psychol*. 2006;31(3):322-330. <https://doi.org/10.1093/jpepsy/jsj035>
40. Vaessen TJ, Overeem S, Sitskoorn MM. Cognitive complaints in obstructive sleep apnea. *Sleep Medicine Reviews*. 2015;19:51-58. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2014.03.008>
41. Giles TL, Lasserson TJ, Smith BH, White J, Wright J, Cates CJ. Continuous positive airways pressure for obstructive sleep apnoea in adults. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2006;3:CD001106. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001106.pub2>
42. Kylstra WA, Aaronson JA, Hofman WF, Schmand BA. Neuropsychological functioning after CPAP treatment in obstructive sleep apnea: a meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews*. 2013;17(5):341-347. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2012.09.002>

Поступила 19.04.19

Received 19.04.19

Принята к печати 19.06.19

Accepted 19.06.19