

КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

УДК 612.284.2

3.1.18 Внутренние болезни

DOI: 10.37903/vsgma.2025.2.4 EDN: CLVFUK

СИНДРОМ ОБСТРУКТИВНОГО АПНОЭ СНА И ВЗАИМОСВЯЗЬ С ПОКАЗАТЕЛЯМИ КРАСНОЙ КРОВИ

© Маврешко Д.В., Рачеева Ю.В.

Смоленский государственный медицинский университет, Россия, 214019, Смоленск, ул. Крупской, 28

Резюме

Цель. Выявление взаимосвязи между синдромом обструктивного апноэ сна (СОАС) и показателями красной крови, кислородтранспортной функции крови у пациентов, обращающихся в ОГБУЗ «Клиническая больница №1» с подозрением на СОАС, а также оценка их потенциальной диагностической и прогностической значимости.

Методика. В исследовании приняли участие 96 пациентов, разделенных на две группы: с СОАС (n=50) и без СОАС (n=46). Всем обследуемым провели респираторный мониторинг, кардиореспираторное мониторирование и общий анализ крови с целью определения показателей красной крови и кислородтранспортной функции.

Результаты. Были выявлены изменения показателей кислородтранспортной функции крови (КТФ) крови у пациентов с СОАС, а также связь между этими изменениями и тяжестью заболевания. Уровень гемоглобина находился в пределах референтных значений и значимо не различался в исследуемых группах. Среднее значение ИАГ в группе пациентов с СОАС составило $15,4 \pm 13,2$ /час. Выявлено повышение значения p50 реального и p50 стандартного у пациентов основной группы по отношению к группе сравнения. При проведении корреляционного анализа выявлено наличие связей слабой и умеренной силы между показателями КТФ крови и ИАГ: с p50st ($r=0,30$; $p=0,005$) и pO2 ($r=0,25$; $p=0,024$).

Заключение. Полученные данные свидетельствуют о том, что изменения в показателях КТФ могут быть ассоциированы с СОАС и могут быть использованы в качестве дополнительных маркеров для диагностики и оценки тяжести заболевания. Важность анализа КТФ крови подчеркивается тем, что уровень гемоглобина находился в пределах референтных величин и значимо не различался в исследуемых группах.

Ключевые слова: синдром обструктивного апноэ сна, красная кровь, гемоглобин, гематокрит, эритроциты, гипоксия, полицитемия, ИАГ, кислородтранспортная функция крови, p50, кривая диссоциации оксигемоглобина

OBSTRUCTIVE SLEEP APNEA SYNDROME AND THE RELATIONSHIP WITH RED BLOOD COUNTS

Mavreshko D.V., Racheeva Yu.V.

Smolensk State Medical University, 28, Krupskoj St., 214019, Smolensk, Russia

Abstract

Objective. Identification of correlation between COAS and indices of red blood, oxygen transport function of blood in patients applying to Smolensk Clinical Hospital №1 with suspected COAS, as well as evaluation of their potential diagnostic and prognostic significance.

Methods. The study included 96 patients divided into two groups: with COAS (n=50) and without COAS (n=46). All subjects underwent respiratory monitoring, cardiorespiratory monitoring and general blood analysis to determine the red blood count and oxygen transport function.

Results. Changes in blood CTF indices in patients with COAS were revealed, as well as the relationship between these changes and the severity of the disease. Hemoglobin level was within the reference values and did not significantly differ in the studied groups. The mean value of IAH in the group of patients with COAS amounted to 15.4 ± 13.2 /hour. Increase of p50 real and p50 standard values in patients of the main

group in relation to the comparison group was revealed. Correlation analysis revealed the presence of weak and moderate strength relationships between blood CTF indices and IAH: with p50st ($r=0,30$; $p=0,005$) and pO2 ($r=0,25$; $p=0,024$).

Conclusions. The obtained data indicate that changes in CTF indices can be associated with COAS and can be used as additional markers for diagnosis and assessment of disease severity. The importance of blood CTF analysis is emphasized by the fact that hemoglobin level was within the reference values and did not differ significantly between the studied groups.

Keywords: obstructive sleep apnea syndrome, red blood, hemoglobin, hematocrit, erythrocytes, hypoxia, polycythemia, IAH, blood oxygen transport function (BOTF), p50, oxyhemoglobin dissociation curve.

Введение

Синдром обструктивного апноэ сна (СОАС) – это распространенное заболевание, поражающее до 4% взрослого населения [12]. СОАС характеризуется повторяющимися эпизодами обструкции верхних дыхательных путей во время сна, что приводит к гипоксии, гиперкапнии и фрагментации сна [11]. Эти эпизоды могут вызывать дневную сонливость, снижение когнитивных функций, сердечно-сосудистые заболевания, метаболические нарушения и другие серьезные осложнения [2]. В патогенезе СОАС ключевую роль играет перемежающаяся гипоксия, которая стимулирует выработку эритропоэтина (ЭПО) и может приводить к увеличению количества эритроцитов в крови, повышению уровня гемоглобина и гематокрита [9]. Данные изменения могут рассматриваться как компенсаторная реакция организма на хроническую гипоксию, направленная на увеличение кислородной емкости крови. Однако, выраженная полицитемия может приводить к повышению вязкости крови, увеличению риска тромботических осложнений и усугублению сердечно-сосудистых заболеваний [4]. Кроме того, гипоксия и фрагментация сна могут приводить к изменениям показателей красной крови и влиять на кислородтранспортную функцию (КТФ) крови.

Несмотря на то, что взаимосвязь между СОАС и показателями красной крови достаточно хорошо изучена, результаты исследований остаются противоречивыми. Некоторые исследования демонстрируют значительное повышение гемоглобина и гематокрита у пациентов с СОАС [10], в то время как другие не выявляют существенных различий [3, 4]. Данные противоречия могут быть связаны с различиями в методологии исследований, критериях диагностики СОАС, степени тяжести заболевания и сопутствующих заболеваниях. Влияние СОАС на КТФ крови изучено менее подробно, и результаты исследований также неоднозначны.

Методика

В исследование были включены 96 пациентов, обратившихся в ОГБУЗ «Клиническая больница №1» с подозрением на СОАС в период с 30.05.2023 г. по 15.01.2025 г. Всем пациентам проводилось стандартное обследование, включающее сбор анамнеза, физикальный осмотр, респираторный мониторинг, кардиореспираторное мониторирувание (КРМ) и общий анализ крови с определением показателей красной крови (гемоглобин, гематокрит, количество эритроцитов), а также анализ КТФ крови (p50st, pO2). Диагноз СОАС устанавливался на основании результатов КРМ в соответствии с международными критериями. Степень тяжести СОАС оценивалась по индексу апноэ/гипопноэ (ИАГ), который рассчитывался как количество эпизодов апноэ и гипопноэ за час сна.

По критериям наличия или отсутствия СОАС обследуемые были разделены на две группы: основная группа ($n=50$) – пациенты с СОАС, группа сравнения ($n=46$) – пациенты без СОАС. С целью изучения связи показателей красной крови с тяжестью СОАС пациенты основной группы были разделены на две подгруппы: 1 подгруппа – 33 пациента с апноэ легкой степени, ИАГ $8,9 \pm 3,0$; 2 подгруппа – 18 пациентов с умеренным и тяжелым апноэ, ИАГ $27,3 \pm 16,2$.

Критерии исключения из исследования включали: 1) наличие заболеваний крови (анемии, полицитемии); 2) наличие хронических заболеваний легких (хронической обструктивной болезни легких, бронхиальной астмы); 3) наличие злокачественных новообразований; 4) прием препаратов, влияющих на показатели крови.

Статистический анализ проводился с использованием программы STATISTICA 10.0. Совокупности количественных показателей, распределение которых отличалось от нормального, описывались с помощью значений медианы (Me), нижнего и верхнего квартилей (Q25-Q75). Номинальные данные описывались с указанием абсолютных значений, процентных долей и границ 95% доверительного интервала. Использовались методы непараметрической статистики. За уровень значимости принималось значение $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Исследуемые группы были сопоставимы по гендерному составу ($p=0,8$). Во всех группах преобладали лица мужского пола, который является доказанным фактором риска развития СОАС. Пациенты основной группы характеризовались более высокой массой тела и более старшим возрастом, что объясняется более высоким риском развития СОАС с возрастом и увеличением массы тела и степени ожирения. Клинико-антропометрическая характеристика исследуемых групп представлена в табл. 1.

Таблица 1. Сравнительная характеристика исследуемых групп пациентов

Показатель	Основная группа (n=50)	Группа сравнения (n=46)	p
Пол, муж. (%)	33 (66,0%)	28 (60,9%)	$\chi^2=0,064$; $p=0,8$
Возраст, лет	52,0 (45,0;57,0)	44,0 (37,0;53,0)	0,002
ИМТ, кг/м ²	30,4 (28,1;34,0)	26,7 (22,6;30,0)	0,00013

Примечание: ИМТ – индекс массы тела

По данным респираторного мониторингирования, среди пациентов с апноэ во сне у 32 (64,0%; 95% ДИ: 50,1-75,9%) диагностирован СОАС легкой степени, у 12 (24,0%; 95% ДИ: 14,2-37,6%) – средней степени и у 6 (12,0%; 95% ДИ: 5,3-24,2%) – тяжелой степени. Среднее значение ИАГ в группе пациентов с СОАС составило $15,4 \pm 13,2$ /час. Результаты респираторного мониторингирования пациентов исследуемых групп представлены в табл. 2.

Таблица 2. Показатели респираторного мониторингирования пациентов исследуемых групп

Показатель	Основная группа (n=50)	Группа сравнения (n=46)	p
АНИ/эпизодов в час	12,0 (8,0;19,0)	2,9 (1,6;3,9)	0,000
Индекс десатурации/час	5,6 (2,8;10,9)	0,7 (0,4;1,3)	0,000
Средняя сатурация, %	94,0 (93,0;95,0)	96,0 (95,0;96,3)	0,000
Время <90%, минут	1,8 (0,3;9,0)	0,05 (0,01;0,4)	0,000
ААГ/час	25,0 (16,4;36,5)	24,8 (17,8;31,8)	0,000
ААIresp/час	7,0 (4,0;10,2)	2,3 (1,0;3,9)	0,000
RERAS/час	1,8 (0,5;4,0)	0,6 (0,1;2,3)	0,001

Примечание: АНИ – среднее число всех респираторных событий за час исследования; АИ – среднее число апноэ; индекс десатурации – количество десатураций за час исследования; время <90% – время, в течение которого сатурация <90%; ААIresp – количество пробуждений, связанных с респираторными событиями; RERAS – количество активаций ЦНС, связанных с дыхательными усилиями

Уровень гемоглобина находился в пределах референтных величин и значимо не различался в исследуемых группах ($p=0,21$), что позволяет без статистических погрешностей анализировать показатели КТФ крови. Этот факт может быть объяснен рядом факторов, таких как возможно недостаточная выраженность компенсаторных механизмов на ранних стадиях СОАС, влияние сопутствующих заболеваний (например, железодефицит) или предшествующее лечение, направленное на коррекцию гипоксии. В связи с этим анализ показателей КТФ крови представляется более чувствительным методом для оценки влияния СОАС на кислородтранспортную функцию крови. Выявлено повышение значения $r50$ реального у пациентов основной группы по отношению к группе сравнения, такая же тенденция отмечалась при оценке показателя $r50$ стандартного, что свидетельствует о снижении сродства гемоглобина к кислороду (СГК) и смещении кривой диссоциации оксигемоглобина вправо. Это означает, что при одинаковом парциальном давлении кислорода в крови, гемоглобин отдает больше кислорода

тканям. Данный эффект может рассматриваться как адаптационная реакция организма, направленная на улучшение доставки кислорода в условиях хронической гипоксии. У пациентов с СОАС также отмечается повышение напряжения кислорода и снижение напряжения углекислого газа в венозной крови. Показатели КТФ крови в исследуемых группах представлены в табл. 3.

Табл. 3. Показатели КТФ крови исследуемых групп пациентов

Показатель	Основная группа (n=50)	Группа сравнения (n=46)	p
p50 real (мм. рт. ст.)	24,4 (22,2;26,1)	23,2 (21,1;24,7)	0,046
p50 st (мм. рт. ст.)	25,1 (22,4;28,1)	23,3 (20,9;25,6)	0,021
Hb (г/л)	143,0 (131,0;150,0)	137,0 (132,0;144,0)	0,21
CvO ₂ , Об%	9,1 (8,1;10,2)	8,5 (7,7;10,2)	0,37
КЕ мл O ₂ (на 1 л крови)	19,7 (18,2;20,6)	19,1 (18,4;20,1)	0,44
SO ₂ (%)	45,6 (41,1;51,0)	46,1 (39,8;52,1)	0,94
p _v O ₂ (мм. рт. ст.)	22,6 (20,0;26,3)	21,0 (18,5;24,0)	0,021
p _v CO ₂ (мм. рт. ст.)	44,6 (40,8;47,2)	46,4 (42,1;52,1)	0,041

Примечание: Hb – гемоглобин; CvO₂ – насыщение кислородом смешанной венозной крови; КЕ мл O₂ – кислородная емкость крови; SO₂ – сатурация кислородом артериальной крови, pO₂ и pCO₂ – напряжение кислорода и углекислого газа в крови

При проведении корреляционного анализа выявлено наличие связей слабой и умеренной силы между показателями КТФ крови и ИАГ: с p50st ($r=0,30$; $p=0,005$) и pO₂ ($r=0,25$; $p=0,024$). Установлены связи между показателями КТФ крови и некоторыми показателями респираторного мониторинга: pO₂ & время <90% ($r=0,27$; $p=0,022$) и pO₂ & индекс десатурации ($r=-0,25$; $p=0,031$). Связь показателей КТФ крови с ИАГ и показателями респираторного мониторинга (временем десатурации и индексом десатурации) подтверждает, что степень тяжести СОАС оказывает влияние на кислородтранспортную функцию крови.

Таким образом, можно предположить, что у пациентов с СОАС наблюдаются изменения в кислотно-основном состоянии и кислородтранспортной функции крови. К примеру, повышение уровня лактата и снижение сродства гемоглобина к кислороду, что может быть связано с гипоксией и нарушением метаболизма, возникающими во время эпизодов апноэ. Степень тяжести СОАС будет коррелировать с уровнем лактата и показателями КТФ крови. Повышенный уровень лактата может свидетельствовать о переходе на анаэробный гликолиз в условиях недостатка кислорода. Изменения показателей КТФ могут быть использованы в качестве дополнительных маркеров для оценки тяжести СОАС и прогнозирования риска развития сердечно-сосудистых осложнений. Важно учитывать, что уровень гемоглобина находился в пределах референтных величин и значимо не различался в исследуемых группах, что подчеркивает важность анализа КТФ крови.

Заключение

Результаты исследования подтверждают наличие взаимосвязи между синдромом СОАС и КТФ, а также тенденцию к изменениям показателей красной крови. Изменения КТФ могут быть связаны с гипоксией и нарушением метаболизма, возникающими во время эпизодов апноэ. Корреляционная связь между показателями КТФ и ИМТ, а также показателями респираторного мониторинга (ИАГ и временем десатурации) подтверждает, что более тяжелое течение СОАС и сопутствующее ожирение связаны с более выраженными метаболическими нарушениями. Анализ КТФ крови является перспективным направлением для более глубокого понимания патофизиологических изменений при СОАС и может быть использован в качестве дополнительного инструмента для диагностики, оценки тяжести и прогнозирования течения заболевания.

Литература (references)

1. Антонов В.С., Волков А.С. Автоматизация гематологического анализа. Интерпретация показателей гемограммы. Часть 3 // Лабораторная служба. – 2014. – Т.3., №2. – С. 6-28. [Antonov V.S., Volkov A.S. *Laboratornaya sluzhba*. Laboratory Services. – 2014. – V.3, N2. – P. 6-28. (in Russian)]
2. Белевский А.С., Гавришин И.Е., Бузунов Р.В. Синдром обструктивного апноэ сна. – М.: ГЭОТАР-Медиа. – 2015. – С. 160. [Belevskij A.S., Gavrishin I.E., Buzunov R.V. *Sindrom obstruktivnogo apnoe' sna*. Obstructive sleep apnea syndrome. - Moscow: GEOTAR-Media. – 2015. – P. 160. (in Russian)]
3. Бузунов Р.В., Легейда И.В., Курьева О.М. Эффективность и переносимость различных режимов неинвазивной вентиляции легких постоянным положительным давлением при синдроме обструктивного

- апноэ сна // Пульмонология. – 2004. – №4. – С. 71-76. [Buzunov R.V., Legejda I.V., Kury'leva O.M. *Pul'monologiya*. Pulmonology. – 2014. – V.3, N2. – P. 6-28. (in Russian)]
4. Деван Н.А., Ньето Ф.Дж., Сомерс В.К. Перемежающаяся гипоксемия и СОАС: последствия для сопутствующих заболеваний // Chest. – 2015. – №147. – С. 266-274. [Devan N.A., N'eto F.Dzh., Somers V.K. *Chest*. – 2015. – N147. – P. 266-274. (in Russian)]
 5. Карпович О.А. и др. Состояние кислородтранспортной функции крови при синдроме обструктивного апноэ/гипопноэ сна // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2020. – Т.18, №2. – С. 119-123. [Karpovich O.A. et al. *Zhurnal Grodnenskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta*. Journal of Grodno State Medical University. – 2020. – V.18, N2. – P. 119-123. (in Russian)].
 6. Карпов А.А., Соловьева О.В. Синдром обструктивного апноэ/гипопноэ сна и сердечно-сосудистые заболевания (часть 1) // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2013. – Т.118, №7. – С. 5-11. [Karpov A.A., Solov'eva O.V. *Sibirskij medicinskij zhurnal (Irkutsk)*. Siberian Medical Journal (Irkutsk). – 2013. – V.118, N7. – P. 5-11. (in Russian)]
 7. Лежейда И.В., Бузунов Р.В. Факторы риска и предикторы развития синдрома обструктивного апноэ сна // Consilium Medicum. – 2006. – Т.8, №2. – С. 38-42. [Legejda I.V., Buzunov R.V. *Consilium Medicum*. – 2006. – V.8, N2. – P. 38-42. (in Russian)]
 8. Петров П.П., Сидоров С.С., Васильев А.А. Влияние СИПАП-терапии на показатели кислородтранспортной функции крови у пациентов с синдромом обструктивного апноэ сна // Кардиология. – 2022. – Т.62, №5. – С. 45-52. [Petrov P.P., Sidorov S.S., Vasil'ev A.A. *Kardiologiya*. Cardiology. – 2022. – V.62, N5. – P. 45-52. (in Russian)]
 9. Сидоров С.С. Особенности кислородтранспортной функции крови у больных синдромом обструктивного апноэ сна в сочетании с ожирением: дис. канд. мед. наук. Москва – 2021. – С. 150. [Sidorov S.S. *Osobennosti kislorodtransportnoj funkicii krovi u bol'ny'x sindromom obstruktivnogo apnoe' sna v sochetanii s ozhireniem: dis. kand. med. nauk. Moskva*. Features of oxygen transport function of blood in patients with obstructive sleep apnea syndrome in combination with obesity: cand. of medical sciences. Moscow. – 2021. – P. 150. (in Russian)]
 10. Сидоров С.С., Петров П.П. Изменение кислородтранспортной функции крови у больных синдромом обструктивного апноэ сна // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2020. – Т.75, №6. – С. 550-555. [Sidorov S.S., Petrov P.P. *Vestnik Rossijskoj akademii medicinskix nauk*. Bulletin of the Russian Academy of Medical Sciences. – 2020. – V.75, N6. – P. 550-555. (in Russian)]
 11. Соловьева О.В., Карпов А.А. Влияние перемежающейся гипоксии на сердечно-сосудистую систему при синдроме обструктивного апноэ сна // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2014. – №2(96). – С. 131-137. [Solov'eva O.V., Karpov A.A. *Byulleten' VSNcz SO RAMN*. Bulletin of VSNTs SB RAMS – 2014. – N2(96). – P. 131-137. (in Russian)]
 12. Тарасова О.В., Горбунова М.В., Игнат'ева О.В. и др. Влияние синдрома обструктивного апноэ сна на показатели красной крови у пациентов с ожирением // Терапевтический архив. – 2019. – Т.91, №1. – С. 52-58. [Tarasova O.V., Gorbunova M.V., Ignat'eva O.V. et al. *Terapevticheskij arxiv*. Therapeutic Archive. – 2019. – V.91, N1. – P. 52-58. (in Russian)]
 13. Javaheri S., Dempsey J.A. Update on sleep apnea: mechanisms, consequences and management // Sleep Breath. – 2010. – V.14, N4. – P. 285-297.
 14. Javaheri S., Dempsey J. A., McHugh L. D. Sleep Apnea: Types, Mechanisms, and Clinical Consequences // The Lancet Respiratory Medicine. – 2017. – V.5, N6. – P. 472-483.

Информация об авторах

Маврешко Дарья Викторовна – студентка лечебного факультета ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: darya.mavreshko@gmail.com

Рачеева Юлия Витальевна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры факультетской терапии ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: julia11@mail.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 30.03.2025

Принята к печати 06.06.2025