

## Возможности магнитно-резонансной томографии в диагностике синдрома обструктивного апноэ сна

Шария М. А.<sup>1</sup>, Буторова Е. А.<sup>1</sup>, Литвин А. Ю.<sup>1</sup>, Устюжанин Д. В.<sup>1</sup>, Елфимова Е. М.<sup>1</sup>, Гориева Ш. Б.<sup>1</sup>, Терновой С. К.<sup>2</sup>, Чазова И. Е.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт клинической кардиологии А. Л. Мясникова ФГБУ «РКНПК» Минздрава России. Москва, Россия; <sup>2</sup>Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова Минздрава России. Москва, Россия

**Цель.** Изучить особенности мягких тканей вокруг верхних дыхательных путей (МТВВДП) с помощью магнитно-резонансной томографии (МРТ) у больных с ожирением и наличием синдрома обструктивного апноэ сна (СОАС).

**Материал и методы.** Были обследованы 40 человек мужского пола, средний возраст 44,7±9,6 лет. У 20 пациентов была I-II степень ожирения — индекс массы тела (ИМТ) 35,1±3,4 кг/м<sup>2</sup> и тяжелая степень СОАС (индекс апноэ-гипопноэ (ИАГ) 53,4±15,7). Контрольную группу составили 20 человека без ожирения — ИМТ 23,8±1,3 кг/м<sup>2</sup>. Исследование верхних дыхательных путей проводилось на томографе Phillips Achieva 3.0T. Были измерены объемы: мягкого неба (ОМН), языка (ОЯ), латеральных стенок глотки (ОЛСГ), а также площади максимального сужения верхних дыхательных путей (ПМСВДП) на ретрофарингиальном (РФ) и ретроглоттальном (РГ) уровнях.

**Результаты.** У группы пациентов с ожирением и СОАС были получены более высокие значения ОЯ — 70,5±12,4 vs 45,0±5,7 см<sup>3</sup>,

ОМН — 7,5±1,7 vs 3,5±0,7 см<sup>3</sup>, ОЛСГ на уровне РФ — 11,7±4,1 vs 3,2±0,8 см<sup>3</sup>, ОЛСГ на уровне РГ — 10,4±2,8 vs 3,1±8,4 см<sup>3</sup> и более низкие значения ПМСВДП на уровне как РФ — 6,3±3,5 vs 14,0±3,8 см<sup>2</sup>, так и РГ — 19,3±7,5 vs 27,0±5,0 мм<sup>2</sup>. Все различия были статистически значимы (p<0,001).

**Заключение.** Данные МРТ с большим успехом могут использоваться для оценки параметров МТВВДП и проходимости верхних дыхательных путей.

**Ключевые слова:** синдром обструктивного апноэ во время сна, магнитно-резонансная томография, верхние дыхательные пути.

Кардиоваскулярная терапия и профилактика, 2015; 14(2): 58–61  
<http://dx.doi.org/10.15829/1728-8800-2015-2-58-61>

Поступила 15/01-2015

Принята к публикации 06/02-2015

### Magnetic resonance tomography in sleep apnea syndrome diagnostics

Shariya M. A.<sup>1</sup>, Butorova E. A.<sup>1</sup>, Litvin A. Yu.<sup>1</sup>, Ustyuzhanin D. V.<sup>1</sup>, Elfimova E. M.<sup>1</sup>, Gorieva Sh. B.<sup>1</sup>, Ternovoy S. K.<sup>2</sup>, Chazova I. E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Clinical Cardiology n.a. A. L. Myasnikov FSBI "RCRC" of the Healthcare Ministry. Moscow, Russia; <sup>2</sup>First Moscow State Medical University n.a. I. M. Sechenov of the Healthcare Ministry. Moscow, Russia

**Aim.** To study the specifics of soft tissues surrounding upper airways (ST SUA) structure using magnetic resonance tomography (MRI) in patients with obesity and obstructive sleep apnea syndrome (OSAS).

**Material and methods.** Totally 40 men studied with the mean age 44,7±9,6 y. Of those 20 had obesity of I-II grade — with body mass index (BMI) 35,1±3,4 kg/m<sup>2</sup> and severe OSAS (apnea-hypopnea index — AHI — was 53,4±15,7). Controls consisted of 20 persons without obesity — BMI 23,8±1,3 kg/m<sup>2</sup>. Assessment of upper airways was performed on Philips Achieva 3.0T tomograph. We measured the volumes of soft palate (VSP), tongue (VT), lateral pharyngeal walls (VLPW) and the squares of maximum upper airways narrowing (SMUAN) at retropharyngeal (RP) and retroglottal (RG) levels.

**Results.** In obese patients with OSAS we found higher values of TV — 70,5±12,4 vs 45,0±5,7 cm<sup>3</sup>, VSP — 7,5±1,7 vs 3,5±0,7 cm<sup>3</sup>, VLPW at the level of RP — 11,7±4,1 vs 3,2±0,8 cm<sup>3</sup>, VLPW at the level of RG — 10,4±2,8 vs 3,1±8,4 cm<sup>3</sup> and lower values of SMUAN at the level of RP — 6,3±3,5 vs 14,0±3,8 cm<sup>2</sup>, as RG — 19,3±7,5 vs 27,0±5,0 mm<sup>2</sup>. All differences were statistically significant (p<0,001).

**Conclusion.** MRI can be successfully applied for the evaluation of ST SUA parameters of upper airways openness.

**Key words:** obstructive sleep apnea syndrome, magnetic resonance tomography, upper airways.

Cardiovascular Therapy and Prevention, 2015; 14(2): 58–61  
<http://dx.doi.org/10.15829/1728-8800-2015-2-58-61>

ИАГ — индекс апноэ-гипопноэ, ИМТ — индекс массы тела, МРТ — магнитно-резонансная томография, МТВВДП — мягкие ткани вокруг верхних дыхательных путей, ОЛСГ — объем латеральных стенок глотки, ОМН — объем мягкого неба, ОЯ — объем языка, ПМСВДП — площадь максимального сужения верхних дыхательных путей, РГ — ретроглоттальный, РФ — ретрофарингиальный, ПСГ — полисомнография, СМТВВДП — сумма всех мягких тканей вокруг верхних дыхательных путей, СОАС — синдром обструктивного апноэ сна.

\*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

Тел./факс: +7 (495) 414-63-97, +7 (926) 565-36-96

e-mail: e.a.butorova@mail.ru

[Шария М. А. — д.м.н., в.н.с. отдела томографии, Буторова Е. А.\* — аспирант отдела томографии, Литвин А. Ю. — д.м.н., в.н.с. руководитель лаборатории сна, Устюжанин Д. В. — к.м.н., н.с. отдела томографии, Елфимова Е. М. — н.с. лаборатории сна, Гориева Ш. Б. — к.м.н., н.с. отдела новых методов диагностики, Терновой С. К. — д.м.н., профессор, академик РАН, заведующий кафедрой лучевой диагностики, Чазова И. Е. — д.м.н., профессор, член-корр. РАН, директор].

## Введение

Были проведены широкомасштабные, эпидемиологические исследования, показавшие высокую распространенность синдрома обструктивного апноэ сна (СОАС) среди населения. В странах Европы и США к настоящему моменту времени выполнено значительное количество исследований по выявлению нарушений сна. Во многих исследованиях распространенность храпа у мужчин составила от 2,9% до 24,1%, у женщин 5,4-13,8%, в общей популяции — 16,8%. Нарушения дыхания во сне чаще встречаются у мужчин, чем у женщин во всех возрастных группах [1-3].

СОАС — состояние, проявляющееся храпом, частичным или полным прекращением дыхания во время сна, что приводит к снижению уровня кислорода в крови, грубой фрагментации сна и избыточной дневной сонливости. Диагноз СОАС должен быть поставлен, если эпизоды апноэ длятся не менее 10 с, и возникают не реже 5 раз в час [4]. Выделяют 3 степени тяжести течения СОАС: 1-я — легкая (5-15 приступов в час); 2-я — средняя (15-30 приступов в час) и 3-я — тяжелая (>30 приступов в час). На степень тяжести СОАС влияют выраженность и продолжительность снижения насыщения крови кислородом, а также продолжительность самих приступов и степень нарушений структуры сна [1, 5].

Ожирение тесно связано с наличием и развитием СОАС. Продольные исследования в общей популяции демонстрируют, что изменения веса непосредственно связано с увеличением или уменьшением тяжести СОАС у обоих полов, хотя связь менее надежна в женской популяции [6, 7]. Большие поперечные исследования в общей популяции также выявили, что индекс массы тела (ИМТ) является независимым предиктором СОАС. Тем не менее, такие факторы, как пол, возраст, окружность шеи также влияют на взаимоотношения между ожирением и СОАС [8]. В других исследованиях было показано, что окружность шеи и талии оказались более чувствительными параметрами для прогнозирования СОАС, чем ИМТ. Эпидемиологические и клинические данные демонстрируют, что существует сложное взаимодействие между ожирением и СОАС [9].

Проходимость верхних дыхательных путей обеспечивается за счет поддержания равновесия между активацией мышц, отвечающих за расширение верхних дыхательных путей, и отрицательным давлением, генерирующимся в просвете дыхательных путей во время вдоха. Увеличение размеров структур верхних дыхательных путей (латеральных стенок, мягкого неба, языка) за счет избыточного отложения жировой ткани приводит к тому, что после засыпания мышечный тонус вышеуказанных структур снижается, вызывая частичное или даже

полное смыкание стенок верхних дыхательных путей, создавая значимое препятствие респираторному потоку [10].

Золотым стандартом диагностики нарушений сна, а именно СОАС, является полисомнография (ПСГ) [10]. ПСГ — трудоемкое исследование, требующее проведения в течение всей ночи. В связи с этим, большое внимание уделяется внедрению в клиническую практику методов, которые позволяют за короткое время оценить состояние верхних дыхательных путей, и являются не обременительными для пациента. Одним из таких методов может стать магнитно-резонансная томография (МРТ).

Цель работы — изучить особенности мягких тканей вокруг верхних дыхательных путей с помощью МРТ у больных с ожирением и СОАС.

## Материал и методы

Были обследованы 40 человек мужского пола, средний возраст  $44,7 \pm 9,6$  лет. У 20 пациентов была I-II степень ожирения (ИМТ  $35,1 \pm 3,4$  кг/м<sup>2</sup>) и тяжелая степень СОАС — индекс апноэ-гипопноэ (ИАГ)  $53,4 \pm 15,7$ . Контрольную группу составили 20 человек без ожирения (ИМТ  $23,8 \pm 1,3$  кг/м<sup>2</sup>). Полисомнографию не выполняли у пациентов без ожирения, т.к. при проведении анкетирования, они отрицали все основные симптомы нарушения дыхания во время сна. Исследование верхних дыхательных путей проводилось на томографе Phillips Achieva 3.0 T с использованием поверхностной 16-канальной катушки для головного мозга. Протокол исследований состоял из аксиальных и сагиттальных T1-взвешенных изображений. Обследование проходило в положении пациента на спине; во время сканирования пациентов просили дышать спокойно и постараться не глотать.

С помощью МРТ были рассчитаны: объем мягкого неба (ОМН), объем языка (ОЯ), объем латеральных стенок глотки (ОЛСГ) на ретрофарингиальном (РФ) и ретроглоттальном (РГ) уровнях (РФ — ретрофарингиальная область от твердого неба до нижнего края мягкого неба, РГ — ретроглоттальная область от нижнего края мягкого неба до основания надгортанника); сумма всех мягких тканей вокруг верхних дыхательных путей (СМТВВДП), а также площади максимального сужения верхних дыхательных путей (ПМСВДП) на уровне РФ и РГ (рисунок 1).

8 пациентов были исключены из исследования из-за невозможности оценки изображений, за счет выраженных артефактов от металла после ортодонтического лечения, но пациенты с незначительными артефактами допущены.

## Результаты и обсуждение

В исследование были включены 40 пациентов мужского пола из них 20 пациентов с СОАС и 20 пациентов группа контроля. Исследуемая группа пациентов была старше, чем контрольная, но после статистического анализа группы по возрасту значимо не различались —  $47 \pm 8$  vs  $42 \pm 11$  ( $p=0,16$ ). ИМТ у исследуемой группы была значительно

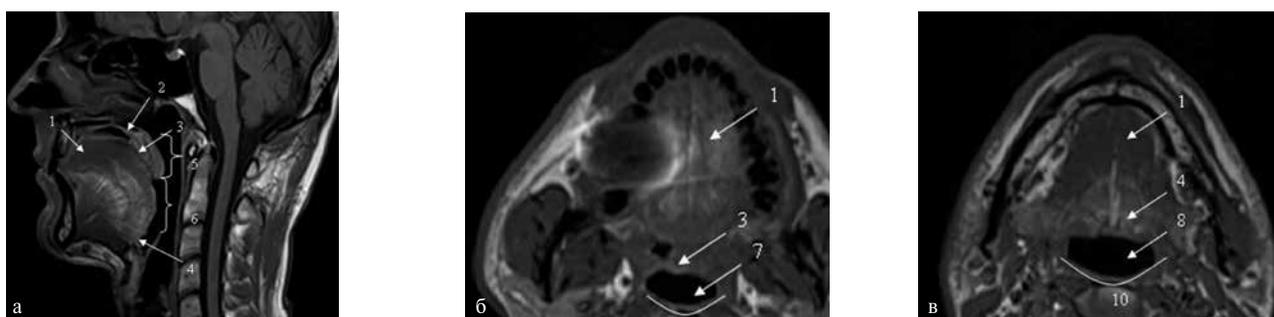


Рис. 1 МРТ T1-взвешенные изображения мягких тканей вокруг верхних дыхательных путей: срединно-сагитальное сечение (а) и поперечные сечения на ретрофарингиальном уровне — РФ (б) и ретроглоттальном — РГ (в). Пациент без ожирения и СОАС. Оценивались следующие анатомические структуры: тело языка (1), твердое небо (2), мягкое небо (3), корень языка (4), область РФ (5), область РГ (6), поперечное сечение глотки на уровне РФ (7) и РГ (8), латеральные стенки на уровне РФ (9) и РГ (10).

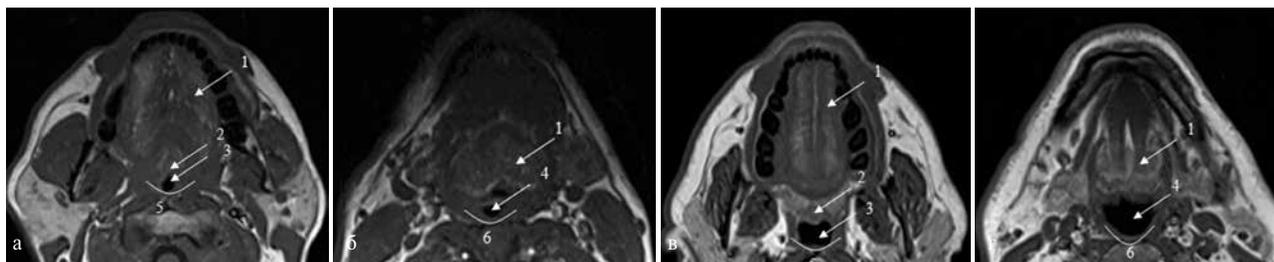


Рис. 2 МРТ T1-взвешенные поперечные сечения на уровне максимального сужения верхних дыхательных путей на ретрофарингиальном (РФ) и ретроглоттальном (РГ) уровнях. Сравнение ОЯ (1), ОМН (2), площади поперечного сечения глотки на уровне РФ (3) и РГ (4), ОЛСГ на уровне РФ (5) и РГ (6) у пациентов с СОАС и ожирением (а, б) и группы контроля (в, г).

Таблица 1

Сравнение объемов МТВВДП и площадей максимального сужения верхних дыхательных путей в ретрофарингиальной и ретроглоттальной областях (РФ и РГ)

Объемы мягких тканей и площади поперечного сечения дыхательных путей	Исследуемая группа (n=20)	Контрольная группа (n=20)
ОМН, см <sup>3</sup>	7,5±1,7	3,5±0,7*
ОЯ, см <sup>3</sup>	70,5±12,4	45,0±5,7*
ОЛСГ на уровне РФ, см <sup>3</sup>	11,7±4,1	3,2±0,8*
ОЛСГ на уровне РГ, см <sup>3</sup>	10,5±2,8	3,1±8,4*
Сумма ОЛСГ на уровне РФ и РГ, см <sup>3</sup>	22,1±5,3	6,3±1,5*
Сумма объемов всех исследуемых структур, см <sup>3</sup>	100,5±16,8	54,8±5,3*
Площадь поперечного сечения дыхательных путей на уровне РФ, см <sup>2</sup>	6,3±3,5	14,0±3,8*
Площадь поперечного сечения дыхательных путей на уровне РГ, см <sup>2</sup>	19,3±7,5	2,7±0,5*

Примечание: \* — различия статистически значимы по сравнению с контролем (p<0,001).

выше, чем у группы контроля — 35,1±3,4 кг/м<sup>2</sup> vs 23,8±1,3 кг/м<sup>2</sup> (p<0,05).

Основной акцент в этом исследовании был сделан на изучение мягких структур вокруг верхних дыхательных путей с помощью МРТ. Изменение площади поперечного сечения верхних дыхательных путей за счет увеличения размеров, окружающих структур продемонстрировано на рисунке 2. После ряда измерений и статистического анализа получены такие результаты: пациенты с СОАС показали более высокие значения ОЯ — 70,5±12,4 см<sup>3</sup> vs 45,0±5,7 см<sup>3</sup> (p<0,001), ОМН — 7,5±1,7 см<sup>3</sup> vs 3,5±0,7 см<sup>3</sup> (p<0,001), ОЛСГ на уровне РФ — 11,7±4,1 см<sup>3</sup> vs 3,2±0,8 см<sup>3</sup> (p<0,001), ОЛСГ на уровне РГ — 10,4±2,8 см<sup>3</sup> vs 3,1±8,4 см<sup>3</sup> (p<0,001), сумма ОЛСГ на уровне РФ и РГ — 22,1±5,3 см<sup>3</sup> vs 6,3±1,5 см<sup>3</sup> (p<0,001), СМТВВДП — 100,5±16,8 см<sup>3</sup> vs 54,8±5,3 см<sup>3</sup> (p<0,001),

и более низкие значения ПМСВДП на уровне как РФ — 6,3±3,5 см<sup>2</sup> vs 14,0±3,8 см<sup>2</sup> (p<0,001), так и РГ — 19,3±7,5 см<sup>2</sup> vs 27,0±5,0 мм<sup>2</sup> (p<0,001) (таблица 1). Из полученных данных ОЯ, ОМН и боковых стенок глотки, сумма ОЛСГ и СМТВВДП значительно больше у пациентов с СОАС, чем в контрольной группе, а площадь поперечного сечения верхних дыхательных путей наоборот были меньше в исследуемой группе за счет их сужения.

С помощью МРТ были изучены общие размеры мягких тканей шеи на уровне РФ и РГ у 10 мужчин и 10 женщин, сопоставимых по возрасту и ИМТ и наличию СОАС. В итоге исследования общие размеры МТВВДП были больше у мужчин, чем у женщин за счет избыточного отложения жира [11].

В исследовании [12] рассматривали верхние дыхательные пути и окружающие мягкие структуры

с помощью МРТ у 12 женщин с ожирением до и после потери веса. У пациентов после снижения веса (~на 17%) объем просвета верхних дыхательных путей увеличился на уровне РФ и РГ за счет уменьшения ОЛСГ, ОЯ и ОМН статистически не были различимы. В этом исследовании полученные результаты показали, что МРТ является важным инструментом в изучении анатомических изменений в верхних дыхательных путях и окружающих мягких структурах, и является достаточно чувствительным методом [12].

Были рассмотрены аналогичные настоящему исследованию группы пациентов мужского пола: 48 пациентов с ожирением и СОАС и 48 пациентов без ожирения и СОАС. По данным МРТ ОЯ, ОЛСГ, сумма ОЛСГ и СМТВВДП были больше в группе пациентов с ожирением и СОАС, чем в группе контроля, однако ОМН значимо не различались. Площади поперечного сечения верхних дыхательных путей на уровне РФ были значимо меньше у пациентов с ожирением и СОАС, но не различались на уровне РГ. По результатам исследования сделан вывод, что увеличение размеров МТВВДП,

в частности от ОЯ, ОЛСГ и суммы объемов мягких тканей на исследованном уровне, является важным фактором риска для развития СОАС [13].

Результаты представленных выше зарубежных исследований позволили получить первую информацию о возможности МРТ в визуализации МТВВДП. Представленное исследование подтвердило прекрасные диагностические возможности МРТ для диагностики нарушений сна обструктивного характера.

## Заключение

Результаты настоящего исследования показывают, что МРТ может определить анатомические изменения МТВВДП, и помогает выявить уровень максимального сужения верхних дыхательных путей. МРТ не может заменить ПСГ в диагностике СОАС, но может помочь в выборе лечения этих пациентов.

Время сканирования при МРТ длится не более 5-10 мин, поэтому этот метод можно применять как предварительный для отбора пациентов с подозрением на СОАС.

## Литература

1. Litvin AY, Chazova IE. Obstructive sleep apnea. Systemic Hypertension 2009; 1: 32-42. Russian (Литвин А.Ю., Чазова И.Е. Синдром обструктивного апноэ во время сна. Системные гипертензии 2009; 1: 32-42).
2. Belov AM, Zakharov VN, Gorenkova MN, Voronin IM. E obstructive breathing disorders during sleep and cardiac arrhythmias. Therapeutic Archives 2004; 3: 55-59. Russian (Белов А.М., Захаров В.Н., Горенкова М.Н., Воронин И.М. Обструктивные нарушения дыхания во время сна и нарушения сердечного ритма. Терапевтический архив 2004; 3: 55-9).
3. Palmer LJ, Buxbau SG, Larkin EK, et al. A Whole Genome Scan for Obstructive Sleep Apnea and Obesity in African-American Families. Am J Respir Crit Care Med 2004; 169(12): 1314-21.
4. Guilleminault C, Eldridge F, Dement WC. Insomnia with sleep apnea: a new syndrome. Science 1973; 181: 856-8.
5. Martinez-Rivera C, Abad J, Fiz JA, et al. Usefulness of truncal obesity indices as predictive factors for obstructive sleep apnea syndrome. Obesity 2008; 16: 113-8.
6. Newman AB, Foster G, Givelber R, et al. Progression and regression of sleep-disordered breathing with changes in weight: the SleepHeartHealth Study. Arch Intern Med 2005; 165:2408-13.
7. Peppard PE, Young T, Palta M, et al. Longitudinal study of moderate weight change and sleep-disordered breathing. JAMA 2000; 284: 3015-21.
8. Shiroh Isono. Obesity and obstructive sleep apnoea: Mechanisms for increased collapsibility of the passive pharyngeal airway. Respirology 2012; 17: 32-42.
9. Martinez-Rivera C, Abad J, Fiz JA, et al. Usefulness of truncal obesity indices as predictive factors for obstructive sleep apnea syndrome. Obesity 2008; 16: 113-8.
10. Palman AD. Obstructive sleep apnea in therapeutic practice. Ed. Sinopalnikova A. I. — М., 2007; 77 p. Russian (Пальман А.Д. Синдром обструктивного апноэ во сне в терапевтической практике. Под ред. Синопальникова А.И. М., 2007; 77 с).
11. Whittle AT, Marshall I, Mortimore LI, et al. Neck soft tissue and fat distribution: comparison between normal men and women by magnetic resonance imaging. Thorax 1999; 54: 323-8.
12. Welch KC, Foster GD, Ritter CT, et al. A novel volumetric magnetic resonance imaging paradigm to study upper airway anatomy. Sleep 2002; 25(5): 532-42.
13. Shwab RJ, Pasirstein M, Pierson R, et al. Identification of upper airway anatomic risk factors for obstructive sleep apnea with volumetric magnetic resonance imaging. Am J Respir Crit Care Med 2003; 168: 522-30.