



# Приложения на методите на образната диагностика при обструктивната сънна апнея

*APPLICATIONS OF THE METHODS OF IMAGE DIAGNOSIS IN OBSTRUCTIVE SLEEPAPNEA*

---

Людмил Матев

*Катедра по дентално материалознание и пропедевтика на протетична дентална медицина,  
Факултет по дентална медицина, Медицински университет – Варна, България*

Lyudmil Matev

*Department of Dental Materials Science and Propaedeutics of Prosthetic Dental Medicine,  
Faculty of Dental Medicine, Medical University of Varna, Bulgaria*

---

## Резюме

Модерните методи на образната диагностика играят все по-важна роля при сериозните нарушения на дишането по време на сън и на самата обструктивна сънна апнея (ОСА). Те могат да се систематизират в три основни групи: рентгенологична, компютърно-томографска и магнитно-резонансна диагностика.

В денталната медицина най-често се използват следните рентгенологични методи: интраорална рентгенография на зъбите, челюстите и темпоромандибуларните стави и цефалометрия.

Все по-широко се прилагат триизмерната и конвенционална панорамна томография, динамичната триизмерна компютърна томография (КТ), многосрезовата КТ, КТ с конусообразни лъчи, волуметричната триизмерна реконструкция на КТ и електрическата импедансна томография.

Магнитно-резонансното изобразяване (МРИ) се осъществява с разнообразни усъвършенствания (кинематографско, динамично, дифузионно тензионно, функционално и др.), както и в съчетание с КТ и позитрон-емисионна томография.

Ключови думи: обструктивна сънна апнея, рентгенологична диагностика, компютърно-томографска диагностика, магнитно-резонансна диагностика

## Abstract

Modern methods of imaging diagnosis play more and more important role in severe sleep breathing disorders and of obstructive sleep apnea (OSA) itself. They could be classified in three main groups: x-ray, computed tomography (CT) and magnetic resonance imaging (MRI) diagnosis.

In dental medicine, the following x-ray methods are most commonly used: intraoral x-ray examinations of the teeth, jaws and temporomandibular joints as well as cephalometry.

Tri-dimensional and conventional panoramic tomography, dynamic tridimensional CT, multislice CT, cone-beam CT, volumetric tridimensional CT reconstruction and electric impedance tomography are more and more widely applied.

The MRI is accomplished by a variety of refinements such as cine magnetic, dynamic, diffusion torsional, functional, etc. as well as in combination with CT and positron emission tomography.

Keywords: obstructive sleep apnea, x-ray diagnosis, computed tomography diagnosis, magnetic resonance imaging diagnosis

## Въведение

Интересът към сериозните нарушения на дишането по време на сън нарасна значително през последните години както в световен мащаб, така и у нас. **Автори (24), (33) са анализирали голям обем литература и са потвърдили, че има системни, метаболитни и ендокринни нарушения, които са в пряка връзка със сънните такива.** Полисомнографията е златен стандарт при диагностицирането и проследяването на тези болни, но наред с клиничното изследване, все по-важна роля играят и модер-

## Introduction

The interest towards serious sleep breathing disorders has grown significantly worldwide and in Bulgaria during last few years. **Authors (24), (33) have analyzed a vast amount of literature and confirmed that there are systemic, metabolic and endocrine disorders that are firmly connected with sleeping disorders.** Polysomnography is the golden standard in diagnosing and tracking obstructive sleep apnea (OSA) patients. **And continuous positive airway pressure (CPAP) is a standard in the treatment of severe OSA**

ните методи на образната диагностика. (2), (3), (27) **А СРАР е стандарт в лечението на тежките случаи на сънна апнея. (28) Зъболекари, които са запознати със симптомите на сънна апнея, могат успешно да диагностицират заболяването. (16), (17) Модерни хирургични техники за лечение включват радиочестотната термоаблация и ултразвукова хармонична резекция със скалпел. Частична резекция на увулата, увулопалатопластиката и тонзилектомия са също методи за лечение. (37) Някои автори (9) практикуват техника с имплантиране на хрущяли от назалния септум в междо небце, за да го стабилизират.**

Систематично са анализирани 24 статии на английски език по въпросите на идентифицирането на мястото на запушване на дихателните пътища при персистираща обструктивна сънна апнея (ОСА) в детската възраст, реферирани в базите-данни *Pubmed*, *Cochrane CENTRAL*, *DynaMed*, *UpToDate*, *CINAHL* и *Scopus* (25). В 17 статии са описани различни диагностични методи: лекарствено индуцирана сънна ендоскопия (при 11), кинематографско магнитно-резонансно изобразяване (МРИ) (при три) и алтернативно МРИ (при други три публикувани изследвания).

Образната диагностика на лицевочелюстната област е от особено значение при болните с ОСА (11). Касае се за разнообразни методи – интра-орална рентгенография на зъбите, челюстите и темпоромандибуларните стави, панорамна томография, цефалометрия, компютърна томография (КТ), КТ с конусообразни лъчи, МРИ, ултразвук и радионуклидно изобразяване. Подчертава се потенциалната роля на тези изобразяващи методи при болните с ОСА и особено на диагностиката на измененията в темпоромандибуларните стави.

Общо 47 деца с ОСА, от които 20 – с умерено тежка до тежка степен на заболяването, и 43 деца от контролна група са изследвани посредством рентгенова цефалометрия, сонография на дебелината на страничната фарингеална стена, антропометрия и полисомнография (6). Промените в рентгеновата цефалометрия и сонографията са рискови фактори, свързани с ОСА и с апнея-хипопнея индекса. Ниското разположение на хиоидната кост е независимо свързано с висок риск за ОСА, а в съчетание с по-голямата дебелина на страничната фарингеална стена – с

**patients.(28) Along with the clinical examinations, nowadays, modern imaging modalities play an important role. (2), (3), (27) Dentists familiar with OSA symptoms have the opportunity to diagnose patients with sleeping disorders. (16), (17) Modern surgical techniques for treating sleep apnea include radiofrequent thermoablation and ultrasound harmonic scalpel resection. Partial resection of the uvula, uvulopalatoplasty and tonsillectomy are also performed. (37) Some authors (9) use implanting of cartilages from the nasal septum in the soft palate, so as to improve its stability.**

24 articles in English language were included and systematically analyzed after passing through 758 abstracts regarding methods of identifying site(s) of obstruction of the airway in pediatric patients with persistent OSA. All abstracts were indexed in *Pubmed*, *Cochrane CENTRAL*, *DynaMed*, *UpToDate*, *CINAHL* and *Scopus*.(25) Seventeen articles describe different methods of identifying the obstruction site: drug-induced sleep endoscopy(in 11), cine magnetic resonance imaging (MRI) – in 3 and alternative imaging – in another 3 articles.

Maxillofacial imaging is of great importance for OSA patients. (11) Methods include intra-oral radiographs of teeth, jaws and temporomandibular joints, panoramic tomography, cephalograms, cone-beam computed tomography, computed tomography, magnetic resonance imaging, ultrasound, and radionuclide imaging. The potential role of these imaging modalities in OSA patients is stressed and most importantly – imaging of temporomandibular alterations.

A total of 47 pediatric OSA patients, 20 of whom with moderate to severe OSA, and 43 controls were examined using x-ray cephalometry, sonographic measurement of lateral parapharyngeal wall (LPW) thickness, anthropometry and polysomnography. (6) Changes in the x-ray cephalometry, as well as the sonography, are risk factors for OSA and alterations in apnea-hypopnea index(AHI). Lower position of hyoid bone was independently associated with higher risk for OSA, and when combined with greater LPW thickness – higher AHI and a higher risk for developing moderate to severe OSA.



по-голяма стойност на апнея-хипопнея индекса и с по-висок риск за умерено тежката до тежка степен на заболяването.

## Рентгенова диагностика при ОСА

Съпоставена е прецизността на измерванията на дължината на предните зъби с помощта на триизмерна и на конвенционална панорамна рентгенография в различни положения на главата. (20) Установяват се значително по-малко на брой грешни измервания при употребата на триизмерната панорамна рентгенография.

При изследването на 2000 болни на възраст между пет г. и 21 г. със заболявания на зъбите в болницата в гр. Ню Хейвън, САЩ, с помощта панорамни рентгенографии се диагностицират общо 36 случая на антрални псевдокисти (32). Заболеваемостта възлиза на 1,80%. Липсват статистически достоверни асоциации между това заболяване, от една страна, и ОСА, екстракциите на зъби от горната челюст, ортодонтските заболявания и анамнезата за травма в областта на устата и лицето, от друга страна.

Калцифицираните атеромати на каротидните артерии, диагностицирани посредством панорамни и латерални цефалометрични рентгенографии, трябва да се имат предвид от денталните лекари като вероятна клинична проява на СОСА, наред със значителното отлагане на мазнини в небцето, увеличението на езика и фаринкса, дългото меко небце и ретрогнатичната долна челюст (13). Тези атеромати се диагностицират посредством панорамни рентгенографии при 35% от болните с ОСА и съпътстващ метаболитен синдром и при 42% от пациентите със синдрома Z (12).

Двустранна анкилоза на темпоромандибуларните стави, микрогнатия и СОСА, както и хипопнея се диагностицират чрез клинично и респираторно изследване и с рентгенографии при 12 болни на възраст между 12 г. и 27 г. (23). При проследяването на болните в продължение на осем до 36 месеца се установява успешно освобождаване на темпоромандибуларните стави, изразяващо се с увеличаване на размера на отвора на устата от 3,3 mm преди до 35,8 mm след операцията, корекция на микрогнатията и излекуване на СОСА и хипопнеята.

Резултатите от съпоставителното изследване на 40 болни с ОСА и 40 здрави лица с рентгенова цефалометрия показват значимо по-голямо разстояние между хилоидната кост и мандибулата,

## X-ray diagnostics in OSA patients

The accuracy of the 3D panoramic and conventional panoramic radiographs when discussing measurements of anterior tooth length in different head positions were compared. (20) Measurement errors for 3D panoramic radiographs were significantly less than those for conventional panoramic radiographs.

2000 five- to 21-year-old pediatric dental patients were examined for the presence of antral pseudocysts in a hospital in New Haven, Conn., USA. (32) With the help of panoramic radiography, 36 cases of antral pseudocysts were proved. Prevalence was 1,80%. No significant relationship was found between the presence of antral pseudocysts and OSA, maxillary extractions, orthodontic anomalies and history for trauma in the craniofacial region.

Calcified carotid artery atheromas, diagnosed with the help of panoramic and lateral cephalometric radiographs, must be taken into consideration by dental practitioners as a possible reason for OSAS, along with excessive fat deposition in the soft palate, the increase of the pharynx and tongue volume, the elongated soft palate and retrognathia.(13) These atheromas are diagnosed with panoramic radiographs in 35% of individuals with OSA and concomitant metabolic syndrome and in 42% of patients with syndrome Z.

Bilateral temporomandibular joint ankylosis, micrognathia and OSAS, as well as hypopnea were diagnosed through clinical, pulmonary examinations and radiographs in 12 patients, aged between 17 and 27 years.(23) They were followed up for 8 to 36 months. The temporomandibular joint ankylosis was successfully released, an increase in average mouth opening from 3.3 mm to 35.8 mm postoperatively was visible, micrognathia was corrected, as well as the OSAS and hypopnea.

The results of a case-control observational study(18) in which 40 healthy subjects and 40 with OSA were enrolled and examined with x-ray cephalometry, showed significantly higher hyoid-mandibular dis-

по-голяма дължина на мекото небце и по-малка дължина на мандибулата при болните с ОСА (18). При МРИ-цефалометрия се установява по-голяма дължина на мекото небце, езика и субменталната мастна тъкан, както и по-кратки ретропалатинални и ретрогласални разстояния при тези болни. Налице е статистически достоверна положителна корелация между цефалометричните показатели и тежестта на ОСА.

Латералната цефалометрия подпомага съществено диагностицирането на ОСА (1), (8), (11). Все по-широко приложение намира и сравнително новият метод – акустичната фарингометрия – както при децата в съчетание с профилната телерентгенография и акустичната ринометрия (1), така и при възрастните болни с ОСА.

### Компютърна томография при ОСА

Описва се нова техника за динамична триизмерна КТ за оценка на горните дихателни пътища при осем болни с трайна ОСА (15). Използва се ниска доза на радиация < 0,38 mSv, съпоставима с тази при лицевата КТ по време на пълния респираторен цикъл. Получените данни могат да се обработят за целите на клинични и моделни анализи.

КТ с 16 среза се използва с успех при диагностицирането на ефектите на бързата експанзия на горната челюст върху скелета при 14 деца на средна възраст от 8,68 г. с ОСА (29).

Надеждността на триизмерната КТ при измерването на размера на дихателните пътища и корелацията между получените резултати с тези от латералните цефалометрични измервания се изследват при болни, лекувани по повод на ОСА (5). Наблюдава се положителна корелация между задното въздушно пространство, от една страна, и ретрогласалния предно-заднен размер и разстоянието между гениалния туберкул и хилоидната кост, от друга страна (съответно  $r = 0,60$ ;  $p = 0,02$  и  $r = 0,54$ ;  $p = 0,04$ ), докато между задното въздушно пространство, от една страна, и латералния/предно-задния размер, от друга страна, се открива обратна корелационна зависимост ( $r = -0,68$ ;  $p = 0,01$ ).

Проведено е пред- и следоперативно изследване на 15 болни, 10 мъже и пет жени, с ОСА с помощта на триизмерна КТ по отношение на 12 показателя за размера и четири показателя за формата на дихателните пътища (4). При болните с ОСА се установява статистически достовер-

танце, longer soft palate and shorter mandible in OSA patients. The MRI-cephalometry showed longer soft palate, tongue and submental fat length, while the retropalatal and retroglossal distance were shorter. A statistically significant positive correlation was found between the cephalometric parameters and the severity of OSA.

Lateral cephalometry plays an important role in OSA diagnostics. (1), (8), (11). The newly developed acoustic pharyngometry along with profile tele-radiography and acoustic rhinometry may be used in children (1), as well as in elderly OSA patients.

### Computed tomography in OSA patients

A new dynamic three-dimensional computed tomography technique was described to evaluate upper airway in 8 patients with persistent OSA. (15) A lower radiation dose was used (< 0,38 mSv), comparable to that used for clinical facial CT. The resulting data can be processed for clinical and modeling analyses.

The use of 16-multislice CT on 14 pediatric OSA-patients (mean age 8.68 years) proved to be successful to evaluate the effects of rapid maxillary expansion. (29)

The reliability of 3-dimensional CT when analyzing airway size and shape in OSA patients was tested and a correlation between those findings and lateral cephalometric measurements was established. (5) A positive correlation was made between posterior airway space (PAS) and retroglossal anteroposterior dimension and distance between the genial tubercle and hyoid ( $r = 0,60$ ;  $p = 0,02$  and  $r = 0,54$ ;  $p = 0,04$  respectively), while the lateral/anteroposterior dimension demonstrated an inverse correlation ( $r = -0,68$ ;  $p = 0,01$ ) with the PAS.

Fifteen OSA patients (ten males and five females) had pre- and postoperative 3-D computed tomographic scans regarding 12 parameters of airway size and 4 of the shape. (4) In the patients with OSA airway length was significantly increased ( $p < 0.01$ ). On bivariate analysis, the length, lateral/





но увеличена дължина на дихателните пътища ( $p < 0,01$ ). Според резултатите от бивариационния анализ тази дължина, съотношението между латералния и ретроглосалния предно-заден размер и разстоянието между гениалния туберкул и хилоидната кост са свързани с индекса за респираторни нарушения ( $p < 0,03$ ). Резултатите от мултивариационния анализ показват положителна корелация на дължината ( $p < 0,01$ ) с индекса за респираторни нарушения и обратна корелация на съотношението между латералния и ретроглосалния предно-заден размер ( $p < 0,04$ ) с индекса за респираторни нарушения.

Проучването на 427 болни на средна възраст от  $58,98 \pm 16,77$  г. с ОСА посредством триизмерна реконструкция показва положителна корелация между ширината на мандибулата и ОСА, поради което този антропометричен показател се счита за рисков фактор за заболяването (26).

Волюметричната триизмерна реконструкция на КТ позволява прецизно измерване на обема на горните дихателни пътища при възрастните болни с ОСА, подложени на лечение с изместване напред на горната и долната челюст (10). Установява се значима линейна асоциация между увеличавения абсолютен обем на горните дихателни пътища след тази операция и подобряването на стойностите на апнея-хипопнея индекса ( $p = 0,013$ ).

Откроява се диагностичното значение на КТ с конусообразни лъчи при заболяванията на зъбите, челюстите и лицето (34). Обсъждат се възможностите на този съвременен метод за идентифициране на анатомичните структури на горните дихателни пътища и на патологичните изменения в тях, вкл. и при болните с ОСА. Това изобразяване може да се съчетава с компютризирано моделиране на състоянието на горните дихателни пътища.

Разработен е портативен апарат за електрическа импедансна томография в реално време с много показатели, предназначен за ранна диагностика на ОСА (22). Той може да се използва като допълнение към стационарната полисомнография и теста за съня в домашни условия с цел подобряване на диагностиката на заболяването. Неинвазивното непрекъснато изобразяване на горните дихателни пътища по време на естествен сън с помощта на електрическа импедансна томография осигурява ценна информация за проходимостта на дихателните пътища при болните с ОСА (7).

retroglossal anteroposterior dimension ratio and genial tubercle to hyoid bone distance were associated with the respiratory disease index, RDI ( $p < 0.03$ ). On multiple regression analysis, length ( $p < 0.01$ ) had a positive correlation and the lateral/retroglossal anteroposterior dimension ratio ( $p = 0.04$ ) an inverse correlation with the RDI.

A study of 427 OSA patients (mean age  $58,98 \pm 16,77$  years) was done using 3D reconstruction and showed positive relation between mandibular width and developing OSA. Therefore, wide mandible, as an anthropometric indicator should raise awareness of OSA risk. (26)

Volumetric three-dimensional computed tomographic reconstruction enables the accurate measurement of the volume of the airway in elderly patients with OSA, undergoing treatment with maxillomandibular advancement. (10) There is a significant linear relation between increased absolute upper airway volume after advancement and improvement in the apnea-hypopnea index ( $p = 0,013$ ).

Cone beam computed tomography (CBCT) plays an important role in dentomaxillofacial diagnosis. (34) The opportunities of this method are discussed when talking about upper airway analysis and diagnostics of pathologic alterations in OSA patients. CBCT imaging can be combined with computational modeling of the upper airway clinical condition.

A portable device for real-time multi-channel electrical impedance tomography (EIT) was developed in order to early diagnose OSA patients. (22) This EIT device may be used to supplement existing polysomnography and home sleep test devices and to improve the accuracy of sleep apnea diagnosis. Noninvasive continuous imaging during natural sleep of OSA patients using the electrical impedance tomography (EIT) technique could be an important method to extract information about changes in size and shape of the upper airway. (7)

## Магнитно-резонансно изобразяване при ОСА

Анализът на 11 от общо 1902 проучвания, издирени от базите-данни *EMBASE*, *PubMed* и *Cochrane Central* през периода между 2000 г. и 2018 г., показва използване на кинематографско МРИ при четири, лекарствено предизвикана ендоскопия при сън – при пет, а съчетание на КТ и МРИ – при две публикации, посветени на деца с ОСА, персистираща след аденотонзилектомия (31). Кинематичното МРИ и лекарствено предизвиканата ендоскопия при сън доказват подобряване на апнея-хипопнея индекса и минималната сатурация на кислорода след оперативната интервенция.

Структурните изменения в бялото мозъчно вещество при 39 мъже на възраст между 30 г. и 55 г. с ОСА, лекувани с СРАР и разпределени в две групи (сънливи и несънливи), са изследвани с МРИ и дифузионно тензионно изобразяване (36). При изследването на мозъка като цяло се установява статистически достоверно по-голяма средна дифузионност при сънливите, отколкото при несънливите болни с ОСА ( $p < 0,05$ ). Стойностите на фракционалната анизотропия и средната дифузионност корелират с оценките на психомоторното безсъние и скалата за сънливостта на Epworth при всички болни ( $R \geq 0,517$ ;  $p < 0,05$ ).

Изследвания на главата и шията с МРИ с цел оценка на анатомичните рискови фактори са извършени при 40 деца със синдром на ОСА (СОСА) и хипопнея и при 40 контролни лица (12). Наред с очакваните и вече описаните разлики между двете групи деца по отношение на минималното ретрофарингеално напречно сечение, назофарингеалното въздушно пространство, комбинирания обем на горните дихателни пътища, показателите на напречното сечение и обема на сливиците и аденоидните вегетации, при настоящото изследване се наблюдават и по-голямо напречно сечение на мекото небце, по-ниско разположение на хилоидната кост и по-малък обем на долната челюст.

При изследването на 157 болни със затлъстяване и ОСА и на 46 лица само със затлъстяване посредством динамично МРИ се установява значително стесняване на горните дихателни пътища в ретропалаталния участък по време на дишане при болните с ОСА (14). При болните с ОСА се касае за значими корелации между

## Magnetic resonance imaging in OSA patients

Analysis done on 11 out of 1902 studies found on EMBASE, PubMed and Cochrane Central from 2000 to 2018 showed using cine MRI in 4 cases, Drug Induced Sleep Endoscopy in five, and a combination of CT and MRI – in two cases of pediatric patients with persistent OSA after adenotonsillectomy. (31) Both Cine MRI directed surgeries and Drug Induced Sleep Endoscopy resulted in significant improvement in apnea hypopnea index and minimum oxygen saturation after surgery.

White matter structural alterations were investigated in 39 male OSA patients, aged between 30 and 55, following continuous positive airway pressure (CPAP) treatment. (36) They were divided in two groups (nonsleepy and sleepy) and MRI and diffusion tensor imaging (DTI) were performed. As a whole, a higher mean diffusivity (MD) was observed in the sleepy group with OSA than the nonsleepy group in the whole-brain analysis ( $p < 0,05$ ) The fractional anisotropy (FA) and MD values correlated with the psychomotor vigilance task (PVT) and Epworth Sleepiness Scale (ESS) assessments from all patients ( $R \geq 0,517$ ;  $p < 0,05$ ).

MRI head and neck investigations in order to assess anatomic risk factors were done on forty pediatric patients with OSA (OSAS) and forty controls. (12) Along with the expected and previously described differences between the two groups when discussing the minimum retropharyngeal cross-sectional area, nasopharyngeal airway, combined volume of upper airway, cross section and volume of tonsillar tissues and adenoid vegetations, this study proved higher midsagittal cross-sectional area of the soft palate, lower position of hyoid bone and slimmer mandible.

Dynamic magnetic resonance imaging was done on 157 obese and OSA subjects and on 46 obese control subjects. (14) Retropalatal area during respiration was significantly smaller in subjects with OSA. There were significant correlations among subjects with OSA between apnea-hypopnea index and dynamic measures of airway caliber in the ret-



апнея-хипопнея индекса и динамичните показатели на дихателните пътища в ретропалаталния и ретрогლოსалния участък.

Проучване с помощта на динамичен 3.0 T МРИ-скенер е проведено в рамките на проспективно, гнездово крос-секционно проучване при 15 болни с тежко изразена ОСА (с апнея-хипопнея индекс > 40 епизода/час; средно от 70,3±23 епизода/час) и при 15 болни с леко изразена ОСА (с апнея-хипопнея индекс < 10 епизода/час; средно от 7,8±1 епизода/час) ( $p < 0,001$ ) (19). Ретропалатален респираторен колапс се открива при всички болни с ОСА. Колапс на единично ниво е налице при 80% от болните с леко изразена ОСА ( $p < 0,001$ ), докато при болните с тежко изразена ОСА се касае за колапс на много нива: ретропалатален и на латералната фарингеална стена (при девет), както и ретропалатален, ретрогლოსален и на латералната фарингеална стена (при шест болни). Колапс на латералната фарингеална стена се открива при всички болни с тежко изразена ОСА, но само при трима – с леко изразена ОСА ( $p < 0,001$ ). Според резултатите от обикновения регресионен анализ колапсът на латералната фарингеална стена корелира положително с апнея-хипопнея индекса ( $\beta = 51,8$ ;  $p < 0,001$ ).

Изследване с МРИ е проведено при 40 деца, 22 момчета и 18 момичета, на средна възраст от 60±41,5 месеца (между шест месеца и 18 г.) с полисомнографски диагностицирана централна сънна апнея (35). Средният индекс на централната апнея е 3,8±1,9, а средният обструктивен апнея-хипопнея индекс – 3,4 (с интерквартилен обхват между 0,7 и 3,8). При седем деца с централна сънна апнея (при 17,50% от случаите) се доказва патология на централната нервна система, като най-честата МРИ-находка е арахноидна киста. При децата с централна сънна апнея и придружаваща гастроэзофагеална рефлуксна болест или с патологични неврологични изследвания е налице по-голяма вероятност за поява на заболявания на централната нервна система. Функционално МРИ и полисомнография са извършени при 20 болни на средна възраст от 43,2±8 г. с тежко изразена ОСА (със среден апнея-хипопнея индекс от 36,3 епизода/час) и при 20 контролни лица без апнея със съответстващи пол, възраст и индекс на телесна маса (30). При болните с ОСА се установяват значително изразени корови и подкорови аномалии по отношение на локалната свързаност. Налице е

ropalatal and retroglossal regions.

A prospective, nested, case-control study using dynamic sleep 3.0 T MRI-scanner to compare fifteen severe OSA subjects (AHI > 40, 70.3±23 events/h) and fifteen mild OSA (AHI < 10, 7.8±1 events/h) subjects ( $p < 0,001$ ). (19) Lateral pharyngeal wall (LPW) airway collapse was found in all OSA patients. 80 % in the mild group showed single-level RP collapse ( $p < 0,001$ ), while all subjects in the severe group showed multi-level collapse: retropalatal and of the LPW in nine cases, and in six cases – retropalatal, retroglossal and of the LPW. All severe OSA subjects showed LPW collapse, as compared with three subjects in the mild group ( $p < 0,001$ ). LPW collapse was positively associated with AHI in simple regression analysis ( $\beta = 51,8$ ;  $p < 0,001$ ).

Forty children with polysomnographically diagnosed central sleep apnea, 22 males and 18 females, aged between six months and eighteen years (mean age 60±41,5 months) underwent head MRI. (35) The mean central apnea index was 3,8±1,9, while the mean obstructive apnea hypopnea index was 3,4 (interquartile range, 0,7 – 3,8). Seven children with central sleep apnea (17,50%) had arachnoid cyst-the most common CNS pathology on MRI. Children with central sleep apnea who had gastroesophageal reflux disease or abnormal neurologic examinations were more likely to have CNS pathology.

Functional MRI and polysomnography were done on twenty severe OSA patients (43.2±8 years; mean apnea-hypopnea index, 36.3 events/h) and on twenty controls, non-apneic, age-, gender- and body-mass-matched. (30) A significant pattern of cortical and subcortical abnormal local connectivity was found in OSA patients. Probably, because of an aberrant adaptation to incomplete sleep-wake transitions during nocturnal apneic episodes,

повишена двустранна таламусна кохерентност и кохерентност между соматосензорната и моторната кора, дължаща се вероятно на нарушената адаптация към непълните преходи между съня и будното състояние по време на нощните епизоди на апнея, предизвикани от повтарящите се усещания за задушаване и физическите усилия за възстановяване на дишането.

Съчетаното използване на позитрон-емисионната томография и МРИ с флуоридеооксиглукроза при болни с ОСА преди и след лечението с непрекъснато положително налягане в дихателните пътища може да идентифицира възпалението на атеросклеротичната плака в каротидните артерии и гръдната аорта (21). Това изследване подпомага по-доброто разбиране на ролята на ОСА и лечението на заболяването за намаляване на атеросклеротичното възпаление.

Самостоятелното и/или съчетано използване на подходящи образни методи при болните с нарушения на дишането по време на сън може да допринесе за своевременната им диагностика и последващото лечение.

induced by repetitive choke sensation and physical efforts attempting to restore breathing. an increase in bilateral thalamic and somatosensory/motor cortices coherence have been proved, as well.

Hybrid PET-FDG/MRI investigation aids to assess atherosclerotic plaque inflammation in the carotid arteries and the descending thoracic aorta in patients with OSA before and after CPAP.(21) The use of the vascular PET/MRI platform in patients with OSA provides better insight into the role of OSA and its treatment in reducing atherosclerotic inflammation.

Lone or combined usage of appropriate imaging methods in patients with sleeping disorders can contribute to the better diagnostics and treatment.

#### Литература/References

1. Вълчева З, Арнаутова Х, Милков М. Устното дишане при деца и връзката му с обструктивната сънна апнея. Международен бюлетин оториноларингология 2018; 14(1): 32.
2. Милков М. Диагностика на нарушенията на съня. – Международен бюлетин оториноларингология, Варна, 5, 2009, 4, 31-35.
3. Милков М. Езофагиална манометрия – метод за топична диагностика на хъркането. Международен бюлетин оториноларингология, Варна, 6, 2010, 1, 48-52.
4. Abramson Z, Susarla S, August M, Troulis M, Kaban L. Three-dimensional computed tomographic analysis of airway anatomy in patients with obstructive sleep apnea. *J Oral Maxillofac Surg.* 2010; 68(2): 354-662.
5. Abramson ZR, Susarla S, Tagoni JR, Kaban L. Three-dimensional computed tomographic analysis of airway anatomy. *J Oral Maxillofac Surg.* 2010; 68(2): 363-371.
6. Au CT, Chan KCC, Liu KH, Chu WCW, Wing YK, Li AM. Potential anatomic markers of obstructive sleep apnea in prepubertal children. *J Clin Sleep Med.* 2018;14(12):1979-1986.
7. Ayoub G, Kim YE, Oh TI, Kim SW, Woo EJ. EIT imaging of upper airway to estimate its size and shape changes during obstructive sleep apnea. *Ann Biomed Eng.* 2019; 47(4): 990-999.
8. Baev P, Matev L, Tsonchev Ts, Milkov M. Lateral cephalometric radiographic values in diagnosing the obstructive sleep apnea. Sex differences. In: Second National Symposium on Obstructive Sleep Apnea and Snoring with International Participation. Varna, 26-27.VIII.2016. Международен бюлетин оториноларингология. 2016; 12(1): 48.
9. Benchev R, Vasileva Sv – An alternative of the “Pillar system” in selected patients with snoring and mild obstructive sleep apnea – First National Symposium on Obstructive Sleep Apnea and Snoring with International Participation. Varna, 16-18.10.2014
10. Bianchi A, Betti E, Tarsitano A, Morselli-Labate AM, Lancellotti L, Marchetti C. Volumetric three-dimensional computed tomographic evaluation of the upper airway in patients with obstructive sleep apnoea syndrome treated by maxillomandibular advancement. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2014; 52(9): 831-837.
11. Boeddinghaus R, Whyte A. Trends in maxillofacial imaging. *Clin Radiol.* 2018; 73(1): 4-18.
12. Cappabianca S, Iaselli F, Negro A, Basile A, Reginelli A, Grassi R, et al. Magnetic resonance imaging in the evaluation of anatomical risk factors for pediatric obstructive sleep apnoea-hypopnoea: a pilot study. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2013; 77(1): 69-75.
13. Chang TI, Tanner JM, Harada ND, Garrett NR, Friedlander AH. Prevalence of calcified carotid artery atheromas on the panoramic images of patients with syndrome Z, coexisting obstructive sleep apnea, and metabolic syndrome. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2012; 113(1): 134-141.
14. Feng Y, Keenan BT, Wang S, Leinwand S, Wiemken A, Pack AI, et al. Dynamic upper airway imaging during wakefulness in obese subjects with and without sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med.* 2018; 198(11): 1435-1443.
15. Fleck RJ, Ishman SL, Shott SR, Gutmark EJ, McConnell KB, Mahmoud M, et al. Dynamic volume computed tomography imaging of the upper airway in obstructive sleep apnea. *J Clin Sleep Med.* 2017; 13(2): 189-196.
16. Friedlander AH, Friedlander IK, Pogrel MA. Dentistry's role in the diagnosis and co-management of patients with sleep apnoea/hypopnoea syndrome. *Br Dent J.* 2000; 189(2): 76-80.
17. Friedlander AH, Walker LA, Friedlander IK, Felsenfeld AL. Diagnosing and comanaging patients with obstructive sleep apnea syndrome. *J Am Dent Assoc.* 2000a; 131(8): 1178-1184.





18. Gupta A, Kumar R, Bhattacharya D, Thukral BB, Suri JC. Craniofacial and upper airway profile assessment in North Indian patients with obstructive sleep apnea. *Lung India*. 2019; 36(2): 94-101.
19. Huon LK, Liu SY, Shih TT, Chen YJ, Lo MT, Wang PC. Dynamic upper airway collapse observed from sleep MRI: BMI-matched severe and mild OSA patients. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2016; 273(11): 4021-4026.
20. Kitai N, Murabayashi M, Sugimoto H, Fujiwara A, Tome W, Katsumata A. Accuracy and head positioning effects on measurements of anterior tooth length using 3-dimensional and conventional dental panoramic radiography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2017 Mar; 151(3): 607-615.
21. Kundel V, Trivieri MG, Karakatsanis NA, Robson PM, Mani V, Kizer JR, et al. Assessment of atherosclerotic plaque activity in patients with sleep apnea using hybrid positron emission tomography/magnetic resonance imaging (PET/MRI): a feasibility study. *Sleep Breath*. 2018; 22(4): 1125-1135.
22. Lee MH, Jang GY, Kim YE, Yoo PJ, Wi H, Oh TI, et al. Portable multi-parameter electrical impedance tomography for sleep apnea and hypoventilation monitoring: feasibility study. *Physiol Meas*. 2018; 39(12): 124004.
23. Li J, Zhu S, Wang T, Luo E, Xiao L, Hu J. Staged treatment of temporomandibular joint ankylosis with micrognathia using mandibular osteodistraction and advancement genioplasty. *J Oral Maxillofac Surg*. 2012; 70(12): 2884-2892.
24. Madjova Ch, Milkov M, Panov VI – Sleep apnea in children with obesity – First National Symposium on Obstructive Sleep Apnea and Snoring with International Participation. Varna, 16-18.10.2014
25. Manickam PV, Shott SR, Boss EF, Cohen AP, Meinzen-Derr JK, Amin RS, et al. Systematic review of site of obstruction identification and non-CPAP treatment options for children with persistent pediatric obstructive sleep apnea. *Laryngoscope*. 2016; 126(2): 491-500.
26. Maresky HS, Klar MM, Tepper J, Gavriel H, Ziv Baran T, Shapiro CM, et al. Mandibular width as a novel anthropometric measure for assessing obstructive sleep apnea risk. *Medicine (Baltimore)*. 2019;98(4):e14040.
27. Matev L, Milkov M, Tonchev Ts, Pomakova A, Nedev P, Iliev G, Dikova Tz, Madjova H. *Night manometry of the upper airway in snoring and obstructive sleep apnea. Oto Rhino Laryngology International bulletin*, 2014;(2), 12-15, ISSN 1312-6997
28. Raynov A, Milkov M – Application of Medical devices in the treatment of patients with Obstructive Sleep Apnea – First National Symposium on Obstructive Sleep Apnea and Snoring with International Participation. Varna, 16-18.10.2014
29. Pirelli P, Fanucci E, Giancotti A, Di Girolamo M, Guilleminault C. Skeletal changes after rapid maxillary expansion in children with obstructive sleep apnea evaluated by low-dose multi-slice computed tomography. *Sleep Med*. 2019; 60: 75-80.
30. Santarnecchi E, Sicilia I, Richiardi J, Vatti G, Polizzotto NR, Marino D, et al. Altered cortical and subcortical local coherence in obstructive sleep apnea: a functional magnetic resonance imaging study. *J Sleep Res*. 2013; 22(3): 337-347.
31. Socarras MA, Landau BP, Durr ML. Diagnostic techniques and surgical outcomes for persistent pediatric obstructive sleep apnea after adenotonsillectomy: A systematic review and meta-analysis. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2019; 121: 179-187.
32. Sultan M, Haberland CM, Skrip L, Copete MA. Prevalence of antral pseudocysts in the pediatric population. *Pediatr Dent*. 2015; 37(7): 541-544.
33. Vasileva Sv, Benchev R, Stoyanov S, Milkov M – Metabolic, endocrine and systemic disorders associated with the syndrome of obstructive sleep apnea(OSA) – First National Symposium on Obstructive Sleep Apnea and Snoring with International Participation. Varna, 16-18.10.2014
34. White SM, Huang CJ, Huang SC, Sun Z, Eldredge JD, Mallya SM. Evaluation of the upper airway morphology: The role of cone beam computed tomography. *J Calif Dent Assoc*. 2015; 43(9): 531-539.
35. Woughter M, Perkins AM, Baldassari CM. Is MRI necessary in the evaluation of pediatric central sleep apnea? *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2015; 153(6): 1031-1035.
36. Xiong Y, Zhou XJ, Nisi RA, Martin KR, Karaman MM, Cai K, et al. Brain white matter changes in CPAP-treated obstructive sleep apnea patients with residual sleepiness. *J Magn Reson Imaging*. 2017; 45(5): 1371-1378.
37. Zlatanov Hr, Yovcheva V, Georgieva N – Modern high-tech surgical techniques for the treatment of obstructive sleep apnea – First National Symposium on Obstructive Sleep Apnea and Snoring with International Participation. Varna, 16-18.10.2014

---

**Адрес за кореспонденция:**

*д-р Людмил Матев*

**УС „Пропедевтика на протетична дентална медицина“**

*Катедра по дентално материалознание и пропедевтика на протетична дентална медицина  
Факултет по дентална медицина, Медицински университет „Проф. д-р Параскев Стоянов“ – Варна  
гр. Варна 9002*

*бул. „Цар Освободител“ № 84*

*E-mail: lyudmil.matev@mu-varna.bg*

**Correspondence address:**

*Assist. Prof. Lyudmil Matev, MD*

**ES Propaedeutics of Prosthetic Dental Medicine**

*Department of Dental Material Science and Propaedeutics of Prosthetic Dental Medicine  
Faculty of Dental medicine, Medical University “Prof. Dr. Paraskev Stoyanov” – Varna  
Varna 9002*

*84 Tsar Osvoboditel Blvd.*

*E-mail: lyudmil.matev@mu-varna.bg*

---