



Пневмоцеле верхнечелюстной пазухи

Саврасова Н.А.¹, Мельниченко Ю.М.², Кабак С.Л.², Перминов А.Б.¹

¹ ООО «ЛОДЭ»,

пр-т Независимости, 53, Минск, 220005, Республика Беларусь

² УО «Белорусский государственный медицинский университет» Минздрава Республики Беларусь,

пр-т Дзержинского, 83, Минск, 220116, Республика Беларусь

Саврасова Нина Александровна, к.м.н., доцент, врач-рентгенолог ООО «ЛОДЭ»;

<https://orcid.org/0000-0003-1297-0226>

Мельниченко Юлия Михайловна, к.м.н., доцент кафедры морфологии человека УО «Белорусский государственный медицинский университет» Минздрава Республики Беларусь;

<https://orcid.org/0000-0002-8742-6973>

Кабак Сергей Львович, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой морфологии человека УО «Белорусский государственный медицинский университет» Минздрава Республики Беларусь;

<https://orcid.org/0000-0002-7173-1818>

Перминов Алексей Борисович, к.м.н., врач-оториноларинголог ООО «ЛОДЭ»;

<https://orcid.org/0000-0002-0265-0192>

Резюме

Гиперпневматизация околоносовых пазух – редко встречающийся вариант их строения. *Hypersinus*, *pneumosinus dilatans* и *pneumocele* являются тремя вариантами чрезмерной пневматизации согласно традиционно используемой классификации M.L. Urken et al. (1987 г.). Если в первом случае не требуется никакого лечения, то два последних могут сопровождаться эстетическими, функциональными нарушениями и оказывать давление на прилежащие анатомические объекты, поэтому нуждаются в хирургической коррекции. Пневмоцеле верхнечелюстной пазухи описано в единичных публикациях. Представленное наблюдение демонстрирует типичные клинические и рентгенологические признаки одностороннего пневмоцеле верхнечелюстной пазухи, а также гиперсинус на контралатеральной стороне. Данные конусно-лучевой компьютерной томографии в комплексе с клинико-anamnestическими сведениями дают ключевую информацию для диагностики пневмоцеле верхнечелюстной пазухи, а также для дифференциальной диагностики с другими вариантами ее чрезмерной пневматизации.

Ключевые слова: пневмоцеле; гиперсинус; верхнечелюстная пазуха.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Саврасова Н.А., Мельниченко Ю.М., Кабак С.Л., Перминов А.Б. Пневмоцеле верхнечелюстной пазухи. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2022; 103(1–3): 55–61. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2022-103-1-3-55-61>

Для корреспонденции: Мельниченко Юлия Михайловна, E-mail: mjm1980@yandex.ru

Статья поступила 26.01.2022

После доработки 16.02.2022

Принята к печати 17.02.2022

Maxillary Sinus Pneumocele

Nina A. Savrasova¹, Yulia M. Melnichenko², Sergey L. Kabak², Aleksey B. Perminov¹

¹ “LODE” LLC,

prospekt Nezavisimosti, 53, Minsk, 220005, Republic of Belarus

² Belarusian State Medical University,

prospekt Dzerzhinskogo, 83, Minsk, 220116, Republic of Belarus

Nina A. Savrasova, Cand. Med. Sc., Associate Professor, Radiologist, “LODE” LLC;

<https://orcid.org/0000-0003-1297-0226>

Yulia M. Melnichenko, Cand. Med. Sc., Associate Professor, Chair of Human Morphology, Belarusian State Medical University;

<https://orcid.org/0000-0002-8742-6973>

Sergey L. Kabak, Dr. Med. Sc., Professor, Chief of Chair of Human Morphology, Belarusian State Medical University;

<https://orcid.org/0000-0002-7173-1818>

Aleksey B. Perminov, Cand. Med. Sc., Otorhinolaryngologist, “LODE” LLC;

<https://orcid.org/0000-0002-0265-0192>

Abstract

Hyperpneumatization of the paranasal sinuses is a rare condition. Hypersinus, pneumosinus dilatans, and pneumocele are the three types of excessive pneumatization according to the traditional classification proposed by Urken et al. (1987). If in the first case, no treatment is required, but the latter two may be accompanied by aesthetic and/or functional disorders or may result in pressure effects on adjacent anatomical objects, therefore they require surgical correction. Maxillary sinus pneumocele is described in few publications. The presented case demonstrates typical clinical and radiographic signs of the maxillary sinus pneumocele, as well as hypersinus on the contralateral side. Cone beam computed tomography scans in combination with anamnestic and clinical data provide key information for the diagnosis of maxillary sinus pneumocele, as well as for differential diagnosis with other variants of their excessive pneumatization.

Keywords: pneumocele; hypersinus; maxillary sinus.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

For citation: Savrasova NA, Melnichenko YuM, Kabak SL, Perminov AB. Maxillary sinus pneumocele. Journal of Radiology and Nuclear Medicine. 2022; 103(1–3): 55–61 (in Russian). <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2022-103-1-3-55-61>

For corresponding: Yulia M. Melnichenko, E-mail: mjm1980@yandex.ru

Received January 26, 2022

Revised February 16, 2022

Accepted February 17, 2022

Введение

Гиперпневматизация околоносовых пазух – редко встречающийся вариант их строения, который был впервые описан Meyes в 1898 г. [1]. В соответствии с классификацией M.L. Urken et al. [2] различают три варианта чрезмерной пневматизации. *Hypersinus* – пазуха увеличена в объеме, но ее размеры не выходят за пределы нормальных анатомических границ кости. *Pneumosinus dilatans* – пазуха выходит за пределы границ соответствующей кости. При *pneumocele* кроме увеличения объема воздухоносной полости с выпячиванием окружающих ее истонченных костных стенок отмечается их эрозия. Впоследствии было введено понятие *pneumatocoele*, при котором происходит выход воздуха в окружающие ткани при образовании дефекта в стенке увеличенного синуса [3]. Воспалительные изменения слизистой оболочки в случаях гиперпневматизации околоносовых пазух отсутствуют [4].

Следует отметить, что в «Словаре медицинских терминов» [5], изданном в Лондоне в 2005 г., понятий *hypersinus*, *pneumosinus* и *pneumosinus dilatans*, *hyperpneumatization*, а также *pneumatocoele* нет, а представлен только термин *pneumatocoele*, означающий «мешок или опухоль, наполненная газом». В русскоязычных справочных медицинских изданиях («Большая медицинская энциклопедия», словари медицинских терминов и др.) также отсутствуют термины «гиперсинус», «пневматоцеле» и «пневмоцеле», «гиперпневматизация», но присутствует толкование «пневмосинуса» как увеличение лобной пазухи в результате растяжения ее воздухом, обусловленного формированием «клапанного» механизма в отверстии, соединяющем пазуху с полостью носа. Очевидно, что редкость описываемых вариантов избыточной пневматизации околоносовых пазух, особенно верхнечелюст-

ной, еще не позволила научному сообществу выработать единую и обоснованную терминологию. Рабочей классификацией в настоящее время остается классификация M.L. Urken et al. [2].

Чаще всего избыточно пневматизируется лобная пазуха, тогда как пневмоцеле верхнечелюстной пазухи (ВЧП) встречается очень редко [6]. Впервые такая аномалия была описана А.М. Noyek et al. в 1974 г. [7], и к 2020 г. в англоязычной литературе появилось только 11 упоминаний о пневмоцеле ВЧП [8]. Такой вариант строения долгое время протекает бессимптомно, но при экспансии пазухи за пределы нормальных анатомических границ может сопровождаться клиническими симптомами сдавления рядом лежащих анатомических структур и внешне заметными деформациями лица.

А.М. Noyek et al. описали рентгенологические признаки четырех случаев пневмоцеле ВЧП. Во всех увеличении объема пазухи сопровождалось истончением и разрушением ее костных стенок, увеличением прозрачности, расширением карманов (или бухт), сглаживанием решетчатого-верхнечелюстного угла и смещением среднего носового хода. В трех из четырех описанных случаев авторы отметили протрузию корневой верхней зубов и смещение нижней стенки глазницы [7].

В данной статье впервые в русскоязычной литературе описано пневмоцеле верхнечелюстной пазухи, выявленное с помощью конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ).

Описание случая

Пациент Г., 17 лет, обратился к врачу-оториноларингологу с жалобами на заложенность и выделения из носа, а также наличие «хруста» и изменение формы лица после стоматологического вмешательства. При осмотре отмечена асимметрия лица за счет увеличения в объеме мягких

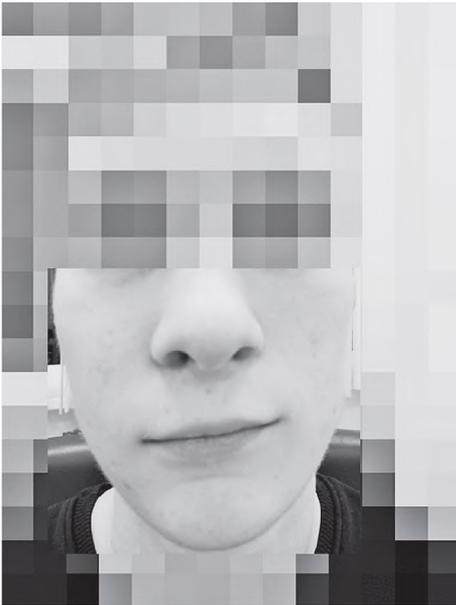


Рис. 1. Пациент Г., 17 лет. Правосторонняя асимметрия лица
 Fig. 1. Patient G., 17 years old. Right-sided facial asymmetry

тканей справа, симптом крепитации отсутствовал (рис. 1).

При риноскопии были выявлены резкое сужение общего носового хода справа, отек и умеренный цианоз слизистой оболочки, светлое слизистое отделяемое, смещение латеральной стенки полости носа справа в сторону просвета общего носового хода. Справа передний край нижней носовой раковины атрофичен, место прикрепления значительно выше обычного, средняя носовая раковина и средний отдел носа необозримы из-за резкого сужения общего носового хода. Проведение эндоскопии технически невозможно из-за упомянутых выше особенностей. При осмотре полости рта обнаружены вестибулярные брекет-системы на верхней и нижней челюстях. Пациенту выполнена КЛКТ околоносовых пазух на аппарате Planmeca ProMax 3D Mid (Planmeca Oy, Хельсинки, Финляндия).

На сканах КЛКТ была выявлена значительно увеличенная в объеме правая верхнечелюстная пазуха без воспалительных изменений слизистой оболочки, выходящая за нормальные анатомические границы, со смещенными от центра во всех направлениях (центробежно) и истонченными костными стенками с единичными участками эрозий (рис. 2, а).

Максимальные линейные размеры правой и левой верхнечелюстных пазух (краниокаудальный, медиолатеральный и передне-задний) составляли 54,4×46,0×46,8 и 40,8×30,0×38,8 мм соответственно. Левая ВЧП распространялась в альвеолярный, нёбный и скуловой отростки

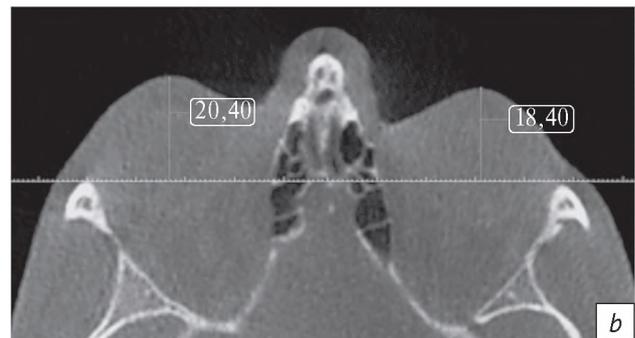
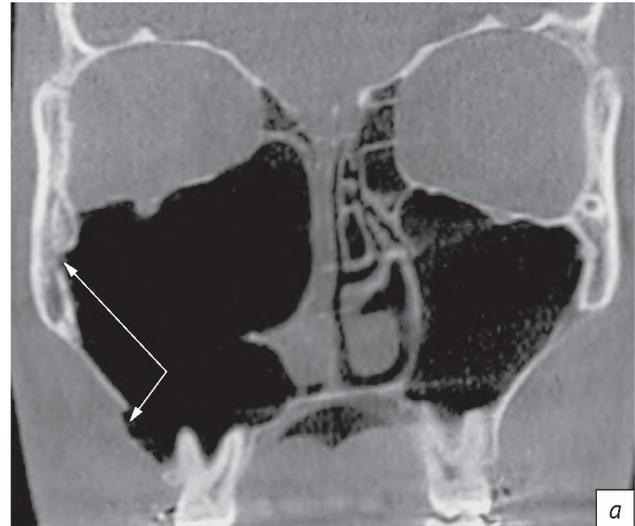


Рис. 2. Результаты конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ):

а – на фронтальном срезе центробежное смещение стенок правой верхнечелюстной пазухи, уменьшение высоты глазницы и выраженное сужение полости носа справа (стрелками показаны участки эрозий стенок верхнечелюстной пазухи); б – на аксиальном срезе правосторонний экзофтальм

Fig. 2. Cone beam computed tomography scans (CBCT):
 а – coronal view shows outward displacement of the right maxillary sinus bony walls, a decrease in the right orbit height and a pronounced narrowing of the right nasal cavity (the arrows show the sites of the maxillary sinus walls erosion); б – axial view demonstrates right-sided proptosis

верхней челюсти с образованием соответствующих карманов (см. рис. 2). Горизонтальный размер левой ВЧП составил 90% от соответствующего размера глазницы, что является критерием ее гиперпневматизации слабой степени выраженности (согласно S. Kalavagunta и К.Т. Reddy [9]).

Верхняя стенка правой пазухи смещена в краниальном направлении с уменьшением вертикального размера глазницы преимущественно в дистальной половине (27,6 мм по сравнению с 34,4 мм слева), что повлекло за собой экзофтальм – передний полюс глазного яблока справа выступает впереди на 2 мм больше левого относительно межзигоматической линии (см. рис. 2, б).



Рис. 3. Результаты КЛКТ:

a – произвольный парасагитальный реформат в плоскости правого носослезного канала; *b* – аксиальный срез.

1 – ателектаз решетчатых ячеек; 2 – ателектаз клиновидной пазухи, сужение полости носа справа; 3 – правая верхнечелюстная пазуха (стрелки указывают на септы в переднемедиальном отделе); 4 – носослезный канал (в просвете пузырьки воздуха); 5 – лобная пазуха; 6 – перегородка клиновидной пазухи (смещена вправо); 7 – карман в лобном отростке верхней челюсти справа

Fig. 3. CBCT scans:

a – sagittal view; *b* – axial view.

1 – ethmoidal cells atelectasis; 2 – sphenoid sinus atelectasis, nasal cavity narrowing on the right; 3 – right maxillary sinus (arrows indicate septa in the anteromedial region); 4 – nasolacrimal canal (air bubbles in the lumen); 5 – frontal sinus; 6 – sphenoid sinus septum (displaced to the right side); 7 – recess in the frontal process of the right maxilla

Расширение пазухи в верхнемедиальном направлении вызвало образование кармана в лобном отростке верхней челюсти (рис. 3).

Гиперпневматизация ВЧП явилась также причиной сдавления ячеек решетчатого лабиринта. Уменьшение объема передних и задних решетчатых ячеек сочетается с их тотальным затемнением и истончением стенок. Правая клиновидная пазуха уменьшена за счет вдавления передней стенки увеличенной верхнечелюстной пазухой незначительно, но одновременно отмечается центростремительное смещение остальных стенок и перегородки в сочетании с тотальным затемнением просвета, что свидетельствует о развитии ателектаза. Причиной указанного осложнения является непроходимость соустья, которое заблокировано мягкими тканями суженного клиновидно-решетчатого кармана (см. рис. 3).

Медиальная стенка правой ВЧП смещена в сторону полости носа, нижний носовой ход сужен, верхний и средний непроходимы. Просветы решетчатой воронки и остиомеатального комплекса справа не дифференцируются, поскольку медиальная стенка пазухи, крючковидный отросток, вертикальная пластина средней раковины и перегородка на уровне среднего носового хода непосредственно прилежат друг к другу (см. рис. 2, 3). Носослезный канал пролабирует в ВЧП, так как стенка пазухи образовала бухты кпереди и кзади от него. В отличие от левого носослезного канала в просвете правого в верхнем отделе определяются пузырьки воздуха (см. рис. 3, *a*).

Нижняя стенка правой ВЧП образует глубокие альвеолярные бухты (рис. 4), находится на 15 мм ниже уровня дна полости носа. Отмечена протрузия корней первого, второго и третьего моляров в просвет пазухи более чем на 2/3 их длины. В области верхней челюсти визуализируется послеоперационный дефект нижней стенки пазухи.

Обнаружена также асимметрия положения передних стенок левой и правой ВЧП. На уровне подглазничного отверстия передняя стенка справа находится вентральнее на 4,8 мм по сравнению с противоположной стороной.

Расширение правой ВЧП в латеральном направлении уменьшило объем подвисочной ямки.

При опросе родителей пациента был установлен факт бытовой травмы лица в 10-месячном возрасте – удар по спинке носа. Экстренное рентгенологическое обследование в медицинском учреждении не выявило повреждений костей мозгового и лицевого черепа, была назначена симптоматическая терапия. Со слов самого пациента, его постоянно беспокоило ощущение заложенности носа справа, при энергичных попытках прочистить нос отмечалось появление «лопающихся пузырьков» в области медиального угла глаза.

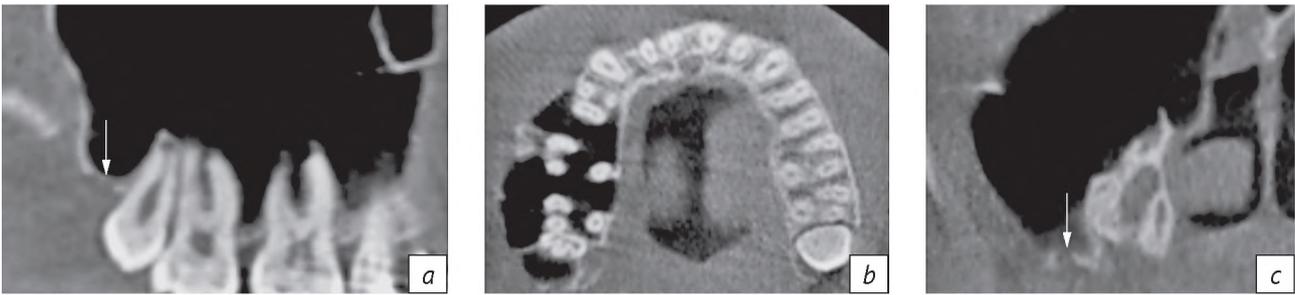


Рис. 4. Результаты КЛКТ: сагиттальный (а), аксиальный (b) и фронтальный (с) срезы. Протрузия корней зубов 1.6, 1.7 и 1.8 в полость верхнечелюстной пазухи. Дефект нижней стенки пазухи в области бугра верхней челюсти (стрелки)

Fig. 4. CBCT scans: sagittal (a), axial (b) and coronal (c) views. Protrusion of 1.6, 1.7 and 1.8 teeth roots into the maxillary sinus cavity. Defect of the sinus lower wall in the maxillary tuberosity region (arrows)

Шесть месяцев назад ему был установлен ортодонтический микроимплантат в бугор верхней челюсти справа. После операции произошла его дестабилизация, заложенность носа увеличилась, появились отек мягких тканей лица справа, звуки «хруста» при ощупывании лица. За 1 мес до обращения к оториноларингологу микроимплантат был удален. По словам больного, образовалось сообщение с верхнечелюстной пазухой справа, в связи с чем он проходил лечение в частном медицинском центре у челюстно-лицевого хирурга.

На основании клинических данных, анамнеза и данных КЛКТ был поставлен диагноз: пневмоцеле правой верхнечелюстной пазухи, ателектаз решетчатых ячеек и клиновидной пазухи справа. Пациент направлен в стационар для хирургического лечения.

Обсуждение

Увеличение размеров ВЧП встречается редко и связано либо с ее гиперпневматизацией (*hypersinus*, *pneumosinus dilatans* или *pneumocoele*), либо с накоплением слизи при блокировании соустья (мукоцеле) или новообразованием, которое возникает в пазухе или прилегающих участках верхней челюсти и растет внутрь полости синуса с компенсаторным расширением и ремоделированием его стенок [10]. Мукоцеле и новообразования ВЧП рентгенологически, в первую очередь, проявляются затемнением полости синуса и включены в дифференциально-диагностический ряд заболеваний со снижением пневматизации полости. При гиперпневматизации воздушность полости синуса сохраняется.

По данным S. Kalavagunta и K.T. Reddy [9], признаком гиперпневматизации ВЧП является значение ее горизонтального и/или вертикального размеров, равное или превышающее 90% от соответствующих размеров глазницы. В этом исследовании и вертикальный, и горизонтальный размеры правой ВЧП значительно превышали размеры

соответствующей глазницы, причем пазуха образовала углубления во всех отростках верхней челюсти, что соответствует сильно выраженной гиперпневматизации. Левая ВЧП имела горизонтальный размер, равный 90% от горизонтального размера левой глазницы, и распространялась в скуловой, альвеолярный и небный отростки верхней челюсти, что свидетельствует о ее гиперпневматизации слабой степени выраженности. Таким образом, левая ВЧП является гиперсинусом.

По мнению В.М. Teh et al. [11], проанализировавших большой объем публикаций, избыточная аэрация ВЧП чаще всего приводит к ее расширению кзади и медиально в подвисочную ямку и выше в область нижней стенки глазницы. Чаще поражается правая гайморова пазуха. Клинически патология проявляется, когда расширение приводит к давлению на прилежащие структуры или становится очевидным с эстетической точки зрения. Наиболее частыми симптомами при поражении ВЧП являются припухлость щеки, боль, ощущение полноты, онемение, асимметрия лица, глазные симптомы (например, проптоз) и заложенность носа, что частично имело место и в представленном клиническом случае.

Механизм развития пневмоцеле/пневматоцеле до сих пор неясен. Существует мнение, что причиной его формирования может быть «клапанный» механизм [1]. Согласно этой гипотезе обструктивные изменения в устье пазухи имитируют клапан и приводят к длительной задержке воздуха в ней. Конечный эффект – высокое интраназальное давление внутри пораженной пазухи, приводящее к деформации костных стенок.

J.A. Ricci [12] проанализировал все опубликованные статьи о патологическом расширении околоносовых пазух и обобщил основные теории его этиопатогенеза, в том числе механизм с шаровым клапаном, фиброзно-костную дисрегуляцию, дренирование мукоцеле, генетическую предрасположенность на фоне гормональных изменений

в период полового созревания, газообразующие бактерии, гормональное нарушение регуляции метаболизма костей. Обычно чрезмерное увеличение околоносовых пазух подразделяют на первичное и вторичное. Предложенные причины первичных (идиопатических) случаев включают эффект одностороннего клапана, наличие газообразующих микроорганизмов, спонтанное опорожнение мукоцеле и гормональные нарушения.

Рентгенологические проявления пневмоцеле подобны симптоматике мукоцеле околоносовой пазухи, что обусловлено однотипным механизмом развития (постоянное накопление содержимого, отсутствие оттока). Лучевая визуализация позволяет констатировать увеличение объема полости со сглаживанием контуров (в поздних стадиях «баллонизацией»), атрофией от давления костных стенок (вплоть до эрозий), смещением прилежащих анатомических структур. При обоих заболеваниях причиной является нарушение проходимости соустья, только в случае мукоцеле считается, что это полная его обструкция, а при пневмоцеле – с образованием «клапанного» механизма.

В нашем клиническом наблюдении рентгенологические признаки полностью соответствуют классической картине пневмоцеле – увеличение пазухи, ремоделирование, атрофия и даже эрозии стенок при визуальном блокированном соустье. Полученная в детстве травма, по всей вероятности, нарушила анатомо-топографические взаимоотношения на уровне среднего носового хода, и в первую очередь – проходимость решетчатой воронки. Ощущение постоянной «заложенности носа» провоцировало пациента на регулярные попытки его «прочистить», что сопровождалось форсированным повышением давления в полости носа и возникновением механизма «клапана» с нагнетанием воздуха в полость правой верхнечелюстной пазухи. Нашлось объяснение и жалобе на «лопающиеся пузырьки» в медиальном углу правого глаза: воздух ретроградно нагнетался также и в носослезный

канал, а затем выходил через слезную жидкость глаза с соответствующим звуковым сопровождением. Это подтверждается обнаруженными пузырьками воздуха в носослезном канале у пациента на стороне поражения. При попытке установки микроимплантата в бугор верхней челюсти при ортодонтическом лечении брекет-системами произошла перфорация стенки синуса, очевидно, в связи с недооценкой морфологии альвеолярного отростка при предыдущих рентгенологических обследованиях (первичные рентгенологические данные не были представлены). Глубокие альвеолярные карманы, в том числе в области бугра верхней челюсти, образовались в результате атрофии губчатой костной ткани альвеолярного отростка от давления расширенной пазухи, что, видимо, и явилось причиной нарушения стабильности имплантата.

С целью восстановления проходимости правой половины полости носа и сообщения ее с полостью синуса, предотвращения развития более выраженной односторонней деформации лицевого скелета и прогрессирующего влияния на соседние анатомические объекты пациенту показано хирургическое вмешательство.

Заключение

Пневмоцеле верхнечелюстной пазухи представляет собой увеличение ее объема вследствие чрезмерного накопления воздуха, вероятнее всего, из-за нарушения сообщения с полостью носа и возникновения «клапанного» механизма. Это редко встречающаяся патология, которая, в отличие от вариантов нормального развития пазухи (*hypersinus*), требует хирургической коррекции. Данные КЛКТ с возможностями мультипланарной реконструкции и произвольной кроссекции, позволяющие детально изучить сложные анатомические объекты лицевого черепа, в комплексе с клинико-анамнестическими сведениями дают ключевую информацию для диагностики пневмоцеле околоносовых пазух.

Литература [References]

1. Alatar AA, AlSuliman YA, Alrajhi MS, Alfawwaz FS. Maxillary pneumosinus dilatans presenting with proptosis: a case report and review of the literature. *Clin Med Insights Ear Nose Throat*. 2019; 12: 1179550618825149. <http://doi.org/10.1177/1179550618825149>.
2. Urken ML, Som PM, Lawson W, et al. Abnormally large frontal sinus. II. Nomenclature, pathology, and symptoms. *Laryngoscope*. 1987; 97(5): 606–11.
3. Trimarchi M, Lombardi D, Tomenzoli D, et al. Pneumosinus dilatans of the maxillary sinus: a case report and review of the literature. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2003; 260: 386–9. <http://doi.org/10.1007/s00405-003-0587-x>.
4. Киселев А.С. Клиническое значение гиперпневматизации околоносовых пазух. *Российская оториноларингология*. 2007; 6: 79–84.
5. [Kiselev AS. Clinical significance of hyperpneumatization of the paranasal sinuses. *Russian Otorhinolaryngology*. 2007; 6: 79–84 (in Russ).]
6. Dictionary of medical terms. 4th ed. London: A&C Black Publishers Ltd; 2005.
7. Wolfensberger M. Pathogenesis of pneumosinus maxillaris dilatans. *HNO*. 1984; 32(12): 518–20 (in German).
8. Cho HS, Hong SJ, Chae HK, Kim KS. Maxillary sinus pneumocele presenting as aesthetic deformity: a case report with literature review. *Ear Nose Throat J*. 2020; 99(6): 397–401. <http://doi.org/10.1177/0145561319850811>.
9. Noyek AM, Zizmor J, Morrison MD, et al. The radiologic diagnosis of pneumocele of the maxillary sinus. *J Otolaryngol Suppl*. 1977; 6(3): 17–21.

9. Kalavagunta S, Reddy KT. Extensive maxillary sinus pneumatization. *Rhinology*. 2003; 41(2): 113–7.
10. Lawson W, Patel ZM, Lin FY. The development and pathologic processes that influence maxillary sinus pneumatization. *Anat Rec (Hoboken)*. 2008; 291(11): 1554–63. <http://doi.org/10.1002/ar.20774>.
11. Teh BM, Hall C, Chan SW. Pneumosinus dilatans, pneumocele or air cyst? A case report and literature review. *J Laryngol Otol*. 2012; 126(1): 88–93. <http://doi.org/10.1017/S0022215111002283>.
12. Ricci JA. Pneumosinus dilatans: over 100 years without an aetiology. *J Oral Maxillofac Surg*. 2017; 75(7): 1519–26. <http://doi.org/10.1016/j.joms.2017.02.010>.