



Каленчиц Т.И., Кабак С.Л.✉, Примак С.В.

Белорусский государственный медицинский университет, Минск, Беларусь

## Вторичный пневмомедиастинум: серия клинических случаев

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Вклад авторов:** Каленчиц Т.И. – сбор материала и его обработка; Кабак С.Л. – редактирование и написание текста; Примак С.В. – интерпретация данных компьютерной томографии.

**Финансирование:** исследование проведено без спонсорской поддержки.

Подана: 30.03.2026

Принята: 12.05.2026

Контакты: kabakmorph@gmail.com

---

### Резюме

Эмфизема средостения (пневмомедиастинум) – патологическое скопление воздуха в клетчатке средостения. Это редко встречающаяся патология среди пациентов терапевтического профиля. В статье описаны 3 клинических случая пневмомедиастинума, которые были осложнением пневмонии с обструктивным синдромом или приступа бронхиальной астмы. Повышение внутрилегочного давления приводило к разрыву легочных альвеол и распространению воздуха вдоль бронховаскулярных оболочек в средостение (эффект Маклина), подкожную клетчатку и мягкие ткани шеи. Присутствие воздуха в средостении и подкожной клетчатке было подтверждено с помощью компьютерной томографии, так как клинические симптомы эмфиземы были атипичными. Одышка и снижение сатурации крови кислородом вместе с малопродуктивным кашлем и слабостью, а также лейкоцитоз и высокий уровень СРБ были расценены как проявление воспалительного процесса в легких. Разрыв трахеи или пищевода в качестве возможной причины вторичного пневмомедиастинума были исключены после бронхоскопии и эзофагогастродуоденоскопии.

У всех пациентов имел место благоприятный исход, пневмомедиастинум самостоятельно разрешался на протяжении 10 дней пребывания в стационаре в результате снижения внутрилегочного давления.

**Ключевые слова:** пневмомедиастинум, эмфизема средостения, компьютерная томография, бронхообструктивный синдром, бронхиальная астма

---

Kalenchic T., Kabak S.✉, Primak S.  
Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus

## Secondary Pneumomediastinum: Case Series

**Conflict of interest:** nothing to declare.

**Authors' contribution:** Kalenchic T. – materials collecting and processing; Kabak S. – research concept and design, review, text writing; Primak S. – computed tomography data interpretation.

**Funding:** the study was conducted without sponsorship.

Submitted: 30.03.2026

Accepted: 12.05.2026

Contacts: kabakmorph@gmail.com

### Abstract

Mediastinal emphysema (pneumomediastinum) is a pathological accumulation of air in the mediastinal tissue. It is a rare condition among patients in medical departments. This article describes three clinical cases of pneumomediastinum, which were complications of pneumonia with obstructive syndrome or an asthma attack. The increase in intrapulmonary pressure led to rupture of the pulmonary alveoli and the spread of air along the bronchovascular sheaths into the mediastinum (Macklin effect), subcutaneous tissue and soft tissues of the neck. The presence of air in the mediastinum and subcutaneous tissue was confirmed by CT scanning, as the clinical symptoms of emphysema were atypical. Shortness of breath and decreased oxygen saturation, along with a nonproductive cough and weakness, as well as leukocytosis and elevated CRP levels, were assessed as manifestations of an inflammatory process in the lungs. Tracheal or esophageal rupture, as a possible cause of secondary pneumomediastinum, was excluded after bronchoscopy and esophagogastroduodenoscopy.

All patients had a favorable outcome, pneumomediastinum resolved spontaneously within 10 days of hospital stay as a result of a decrease in intrapulmonary pressure.

**Keywords:** pneumomediastinum, mediastinal emphysema, computed tomography, bronchoobstructive syndrome, bronchial asthma

### ■ ВВЕДЕНИЕ

Эмфизема средостения (пневмомедиастинум) – редкое состояние, характеризующееся наличием воздуха в клетчатке между двумя плевральными полостями. Оно развивается в тех случаях, когда воздух выходит из трахеи, легких или пищевода и скапливается в средостении [1]. Затем воздух может распространяться в соседние клетчаточные пространства шеи, эпидуральное пространство, перикард или брюшную полость.

В настоящее время общепризнанно разделение пневмомедиастинума на спонтанный<sup>1</sup>, развивающийся без каких-либо явных сторонних воздействий, и вторичный,

<sup>1</sup> Термин «спонтанная эмфизема средостения» впервые предложил Hamman в 1939 году (Campbell-Silva et al., 2025).

имеющий непосредственную связь с различными провоцирующими факторами [2]. В качестве одной из главных провоцирующих причин вторичного пневмомедиастинума считается ятрогенная перфорация пищевода/трахеи. Campbell-Silva et al. [3] предлагают называть эмфизему средостения, возникающую у здоровых людей без каких-либо предрасполагающих или триггерных факторов, не спонтанной, а первичным пневмомедиастинумом.

Спонтанная эмфизема средостения является довольно редкой патологией. Она встречается с частотой 1 на 25 000 [4, 5]. В различных литературных источниках сообщается, что количество случаев пневмомедиастинума на одну госпитализацию колеблется от 1 на 800 до 1 на 42 000 [6]. На долю спонтанной (первичной) эмфиземы средостения приходится примерно 1,8% случаев скопления воздуха в средостении, тогда как в 92,8% случаев имеет место вторичный пневмомедиастинум<sup>2</sup> [3].

Спонтанная эмфизема средостения встречается преимущественно у молодых мужчин в возрасте от 18 до 25 лет (средний возраст 26,3 года) с заболеваниями, которые создают условия, предрасполагающие к ее возникновению, такими как бронхиальная астма и воспалительные поражения верхних дыхательных путей [2, 7, 8]. Относительно недавно в литературе появились сообщения о факторах риска, которые не всегда учитываются в клинической практике [2]. К ним относятся злоупотребление ингаляционными психоактивными веществами, коллагеновые сосудистые заболевания (например, дерматомиозит, ревматоидный артрит, волчанка или склеродермия) [9] и вирусные инфекции, например COVID-19 [5, 10]. Описаны случаи поступления воздуха в средостение при использовании электронных сигарет у практически здоровых лиц молодого возраста, несовершеннолетних и подростков [8, 11, 12].

Триггерными факторами, которые могут провоцировать эмфизему средостения, являются сильная рвота, интенсивная физическая нагрузка, проба Вальсальвы, интенсивный кашель, чихание, истерический крик, роды, акт дефекации, спирометрия, игра на духовых инструментах или надувание шаров [7, 8]. Вместе с тем Iyer et al. [13] и Alemi et al. [6] установили факторы, которые провоцируют спонтанную эмфизему средостения только у 34% и 40,7% пациентов соответственно.

Чаще всего при пневмомедиастинуме отмечается триада клинических симптомов: загрудинная боль, одышка и одутловатость шеи [2, 7]. Подкожная эмфизема встречается в 35,4% случаев [2]. Авторы отмечают, что только у 5,9% пациентов регистрируется классический симптом Хаммана – хрустящее щелканье при аускультации грудной клетки, синхронное с сердечными сокращениями, тогда как Jougon et al. [14] идентифицировали этот симптом в 30% случаев.

В статье описаны случаи эмфиземы средостения, не связанные с закрытой травмой груди или разрывом трахеи/пищевода ятрогенной природы, у пациентов пульмонологического отделения стационара.

## ■ РЕЗУЛЬТАТЫ

В 2025 году на стационарном лечении в пульмонологическом отделении 6-й городской клинической больницы г. Минска на 60 коек находилось 1675 человек,

<sup>2</sup> Пневмомедиастинум со множественной этиологией всегда является вторичным.



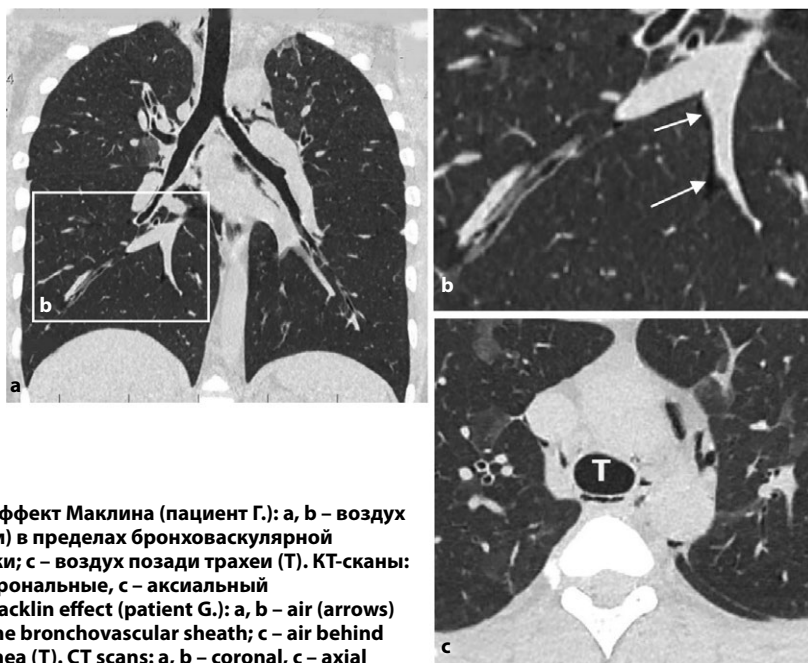
у двоих из них (0,12%) была диагностирована эмфизема средостения. Еще один пациент с пневмомедиастинумом поступил на лечение в начале 2026 года.

### Клинический случай 1

Пациент Г. 20-летнего возраста, курильщик электронных сигарет, находился на стационарном лечении с 21.01.2026 по 04.02.2026. Поступил экстренно в связи с появлением приступа удушья и общей слабостью. Диагноз при поступлении: острый бронхит, бронхообструктивный синдром, ДН-1. В сентябре 2024 года находился на стационарном лечении с диагнозом «пневмония с бронхообструктивным синдромом».

При поступлении состояние средней тяжести. Пульс 107 ударов в минуту, АД 126/75 мм рт. ст., ЧД 19 в минуту. Дыхание везикулярное, в легких сухие рассеянные хрипы.  $SpO_2$  при дыхании атмосферным воздухом 86–88%, при дыхании увлажненным  $O_2$  с потоком 7–8 л/мин – 94–95%.

При рентгенографии органов грудной клетки в прямой проекции (21.01.2026 и 28.01.2026) признаки патологических изменений не выявлено. КТ органов грудной клетки без контрастирования (22.01.2026): в легких определяются участки уплотнения по типу матового стекла справа в сегментах S1, S2, S5 и S6, слева – в сегментах S1-2, S3, S4 и S5. Во всех отделах средостения определяется свободный воздух. Заключение: картина пневмомедиастинума, двусторонний воспалительный процесс в легких. Повторная КТ органов грудной клетки (02.02.2026): в средостении свободный воздух не определяется; размеры участков уплотнения легочной ткани уменьшились. Заключение: картина двустороннего полисегментарного воспалительного процесса; положительная динамика (рис. 1).



**Рис. 1. Эффект Маклина (пациент Г.): а, б – воздух (стрелки) в пределах бронховаскулярной оболочки; с – воздух позади трахеи (Т). КТ-сканы: а, б – корональные, с – аксиальный**  
**Fig. 1. Macklin effect (patient G.): а, б – air (arrows) within the bronchovascular sheath; с – air behind the trachea (T). CT scans: а, б – coronal, с – axial**

Результаты лабораторных анализов (при поступлении): СРБ – 56,84 мг/л (референсное значение: 0–6 мг/л); лейкоциты –  $13,65 \times 10^9/\text{л}$  (референсное значение:  $4,00\text{--}9,00 \times 10^9/\text{л}$ ); СОЭ – 13 мм/ч; гемостазиограмма в пределах нормы.

Результаты бронхоскопии (23.01.2026): двусторонний диффузный эндобронхит 1-й степени. Спирометрия с сальбутамолом дала положительный результат.

Заключительный диагноз: внегоспитальная двусторонняя полисегментарная пневмония средней степени тяжести. Спонтанный пневмомедиастинум. Обструктивный синдром, ДН-1-0.

Проведенное лечение: цефтриаксона натриевая соль, левофлоксацин, преднизолон, лансазол, будесонид, амброксола гидрохлорид. По заключению торакального хирурга оперативное лечение пациенту не было показано.

Пациент выписан на амбулаторное лечение на фоне улучшения лабораторных показателей и положительной динамики рентгенологической картины.

### **Клинический случай 2**

Пациент Ш. 21-летнего возраста, курильщик электронных сигарет, находился на стационарном лечении с 13.10.2025 по 27.10.2025. Диагноз при поступлении: внебольничная двусторонняя пневмония средней степени тяжести. Нарушение жирового обмена 1-й степени (ИМТ=34,3 кг/м<sup>2</sup>). ДН-1. Кровохарканье.

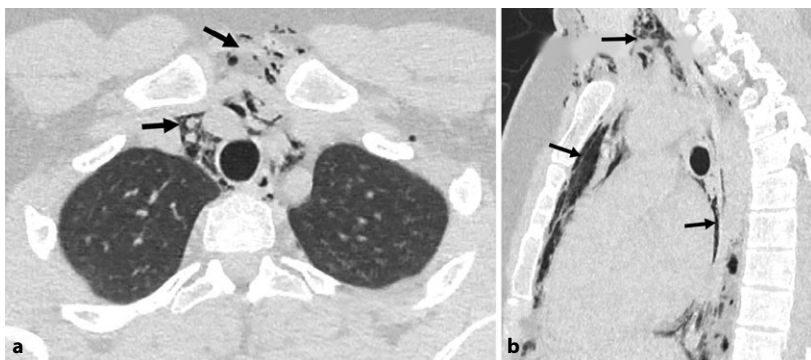
При поступлении жалобы на боль в горле, насморк, малопродуктивный кашель с отхождением кровавой мокроты, повышение температуры тела до 38,4 °С, учащенное сердцебиение, одышку при незначительной нагрузке, боль в грудной клетке.

При первичном осмотре общее состояние средней тяжести. Кожный покров и видимые слизистые без видимых изменений, телосложение гиперстеническое. Пульс 88 уд/мин, АД 130/85 мм рт. ст. Тоны сердца ясные, ритмичные, левая граница сердца смещена влево. Дыхание везикулярное, единичные мелкопузырчатые хрипы в нижних отделах обоих легких, ЧД 18 в минуту, SpO<sub>2</sub> при дыхании атмосферным воздухом – 89%, при дыхании увлажненным O<sub>2</sub> с потоком 5 л/мин – 96–97%. Отеки отсутствуют.

КТ органов грудной клетки с контрастированием (16.10.2025): дефектов контрастирования ветвей легочной артерии не выявлено. Диагностирована эмфизема мягких тканей шеи, подмышечных и подключичных областей больше слева; эмфизема, уплотнение и тяжесть клетчатки переднего и заднего средостений (рис. 2).

Небольшие участки уплотнения легочной ткани по типу матового стекла в сегментах S5 справа и S3, 6 слева. Заключение: двусторонний интерстициальный воспалительный процесс в легких. Парамедиастинальная эмфизема; эмфизема мягких тканей шеи (в пределах исследования); медиастинит(?). КТ грудной клетки и области шеи (27.10.2025): по сравнению с предыдущим исследованием отмечена положительная динамика. Эмфизема мягких тканей шеи, подмышечных и подключичных областей не определяется. Сохраняется незначительное количество воздуха парамедиально слева толщиной до 7,8 мм, протяженностью около 35 мм. Легочные поля без свежих очаговых и инфильтрационных изменений.

Результаты лабораторных анализов (при поступлении): СРБ – 73,68 мг/л (референсное значение: 0–6 мг/л); лейкоциты –  $13,3 \times 10^9/\text{л}$  (референсное значение:  $4,00\text{--}9,00 \times 10^9/\text{л}$ ); СОЭ – 97 мм/ч.



**Рис. 2. Пневмомедиастинум (пациент Ш.): а – воздух (стрелки) в мягких тканях груди и верхнем средостении; б – в мягких тканях шеи, переднем средостении и перикарде. Аксиальный (а) и сагиттальный (б) КТ-сканы**

**Fig. 2. Pneumomediastinum (patient Sh.): a – air (arrows) in the soft tissues of the chest and upper mediastinum; b – in the soft tissues of the neck, anterior mediastinum, and pericardium. Axial (a) and sagittal (b) CT scans**

Результаты бронхоскопии (17.10.2025): дистония мембранозной части трахеи. Двусторонний катаральный эндобронхит 1-й степени. При эзофагогастродуоденоскопии (17.10.2025) выявлены: недостаточность кардии, эритематозная гастропатия 1-й степени воспаления; дуоденогастральный рефлюкс.

Заключительный диагноз: внебольничная двусторонняя пневмония средней степени тяжести. Спонтанный пневмомедиастинум. ДН-1-0. Кровохарканье. Дистония мембранозной части трахеи 1-й степени. Эмфизема мягких тканей шеи. Врожденный порок сердца: двухстворчатый аортальный клапан Н1 ХСН ФК1. Острый ринофарингит.

Проведенное лечение: цефтриаксона натрия соль, левофлоксацин, осельтамивир, ацетилцистеин, лансопразол, ипратропия бромид с фенотеролом гидробромидом, амброксола гидрохлорид.

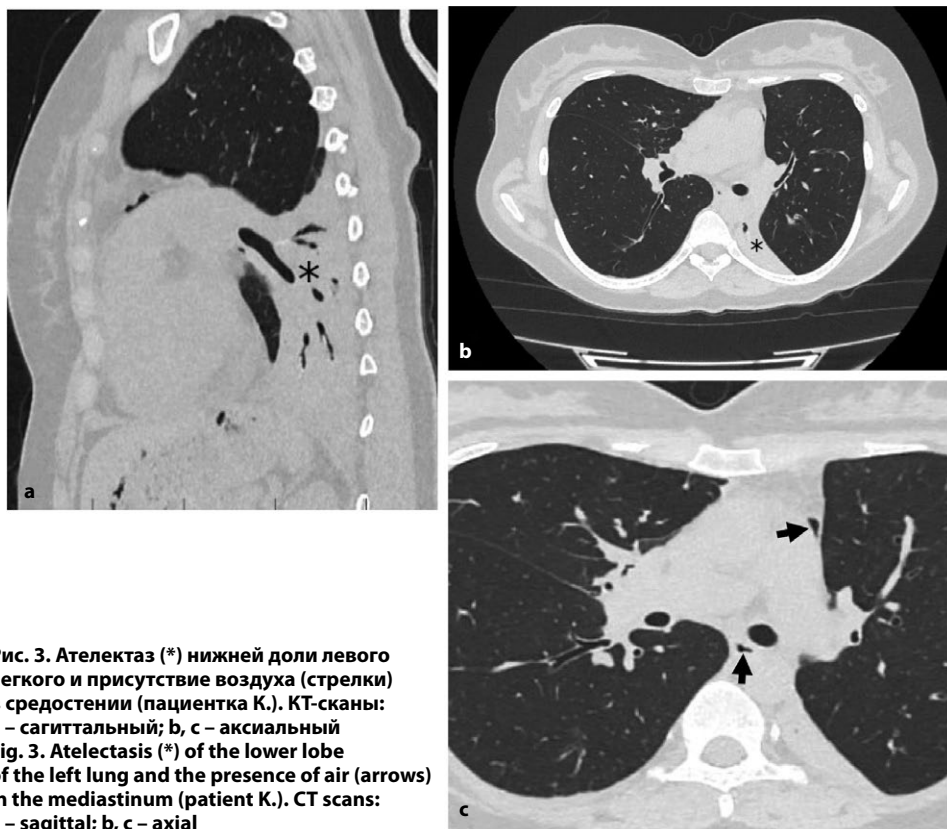
Пациент выписан на амбулаторное лечение на фоне улучшения лабораторных показателей и положительной динамики рентгенологической картины.

### Клинический случай 3

Пациентка К. 36-летнего возраста. Находилась на стационарном лечении с 06.03.2025 по 24.03.2025. Диагноз при поступлении: бронхиальная астма, смешанная форма, неконтролируемое течение, ДН 1-й степени. Болеет бронхиальной астмой с 5 лет, на постоянной основе базисную терапию не использует. Обострение обычно наступает на фоне вирусной инфекции.

При поступлении состояние средней тяжести. Температура тела 36,5 °С. Пульс 95 ударов в минуту, ритмичный; АД 124/75 мм рт. ст. В легких сухие свистящие хрипы по всем легочным полям, ЧД 18 в минуту; SpO<sub>2</sub> без кислородной поддержки – 91%, при дыхании увлажненным O<sub>2</sub> с потоком 5–6 л/мин – 96%.

Рентгенография органов грудной полости в прямой проекции (06.03.2025): признаков очаговых изменений в легких не выявлено. КТ органов грудной клетки без



**Рис. 3. Ателектаз (\*) нижней доли левого легкого и присутствие воздуха (стрелки) в средостении (пациентка К.). КТ-сканы: а – сагиттальный; б, с – аксиальный**  
**Fig. 3. Atelectasis (\*) of the lower lobe of the left lung and the presence of air (arrows) in the mediastinum (patient K.). CT scans: a – sagittal; b, c – axial**

контрастирования (14.03.2025): ателектаз S1, 3 сегментов правого легкого и нижней доли левого легкого (рис. 3). Пневмомедиастинум: небольшая полоска воздуха вдоль перикарда в переднебоковом отделе средостения слева размером 4,2×15,7 мм.

Эзофагогастродуоденоскопия (14.03.2025): эритематозная гастропатия. Бронхоскопия (14.03.2025): диффузный эндобронхит. Спирометрия с фенотеролом дала положительный результат.

Результаты лабораторных анализов (06.03.2025): СОЭ – 14 мм/ч, лейкоциты –  $17 \times 10^9/\text{л}$ .

Заключительный диагноз: бронхиальная астма, смешанная форма, частично контролируемая; ателектаз S1- и S3-сегментов правого легкого и нижней доли левого легкого; пневмомедиастинум; ДН-1-0. Эритематозная гастропатия.

Через год, в марте 2026 года, пациентка повторно поступила на стационарное лечение с диагнозом «бронхиальная астма, смешанная форма, среднетяжелое течение, контролируемая; внегоспитальная пневмония в нижней доле правого легкого средней степени тяжести, ДН-1-0». При КТ-исследовании выявлена картина воспалительных изменений в S7-сегменте правого легкого. Присутствие воздуха в средостении и подкожная эмфизема не обнаружены.

**Сравнительный анализ медицинских характеристик пациентов с пневмомедиастинумом**  
**Comparative analysis of medical characteristics of patients with pneumomediastinum**

| Характеристики (переменные)                                 | Пациент Г.                              | Пациент Ш.                                                                                 | Пациентка К.                            |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Возраст                                                     | 20 лет                                  | 21 год                                                                                     | 36 лет                                  |
| Пол                                                         | Мужской                                 | Мужской                                                                                    | Женский                                 |
| Индекс массы тела                                           | Нормальный<br>(23,1 кг/м <sup>2</sup> ) | Повышенный<br>(34,3 кг/м <sup>2</sup> )                                                    | Нормальный<br>(25,1 кг/м <sup>2</sup> ) |
| Первичные факторы риска                                     | Полисегментарная пневмония<br>Вейпинг   | Полисегментарная пневмония<br>Вейпинг<br>Дистония мембранозной части трахеи<br>1-й степени | Бронхиальная астма                      |
| Провоцирующий (триггерный) фактор                           | Бронхоспазм                             | Не выявлен                                                                                 | Бронхоспазм                             |
| Клинические симптомы, характерные для пневмомедиастинума    | Учащенное сердцебиение, одышка          | Учащенное сердцебиение, одышка, боль в грудной клетке                                      | Учащенное сердцебиение                  |
| Подкожная эмфизема, выявленная при КТ-исследовании          | –                                       | +                                                                                          | –                                       |
| Сатурация крови кислородом при дыхании атмосферным воздухом | Снижена                                 | Снижена                                                                                    | Умеренная гипоксемия                    |
| Эффект Маклина                                              | +                                       | +                                                                                          | +                                       |
| Лечение                                                     | Консервативное                          | Консервативное                                                                             | Консервативное                          |
| Результат лечения                                           | Благоприятный                           | Благоприятный                                                                              | Благоприятный                           |

**■ ОБСУЖДЕНИЕ**

Все пациенты в описанной серии, двое мужчин и одна женщина, по возрасту входили в группу риска. Анализ их медицинских характеристик представлен в таблице. Обнаруженная у них эмфизема средостения классифицировалась согласно Campbell-Silva et al. [3] как вторичный нетравматический пневмомедиастинум. Разрыв трахеи и пищевода был исключен по результатам бронхоскопии и эзофагогастроудоденоскопии. Считать описанные случаи примером спонтанного пневмомедиастинума затруднительно, так как была выявлена предрасполагающая к эмфиземе патология – полисегментарная пневмония / бронхиальная астма и курение, в том числе электронных сигарет. Бронхообструктивный синдром и дистония мембранозной части трахеи являлись провоцирующим фактором повышения внутрибронхиального давления с последующим поступлением воздуха из легких в средостение. При отсутствии выраженной бронхообструкции пневмомедиастинум не развивается (клинический случай 3, повторная госпитализация). В одном клиническом случае триггерный фактор, вызвавший эмфизему, не был установлен. Kaneki et al. [15] среди 33 пациентов со спонтанным пневмомедиастинумом у 19 человек (47,5%) также не смогли точно установить триггерный фактор.

При поступлении на стационарное лечение из характерных признаков эмфиземы средостения у одного пациента были жалобы на боли в грудной клетке. Подкожная эмфизема и одутловатость шеи не определялись. Одышку и снижение сатурации

крови кислородом вместе с малопродуктивным кашлем и слабостью, а также лейкоцитоз и высокий уровень СРБ можно расценивать как проявления воспалительного процесса в легких, что было подтверждено рентгенологически.

Эмфизема средостения была диагностирована после проведения компьютерной томографии органов грудной клетки на основании выявления эффекта Маклина – линейного скопления газа в перибронхиальной и периваскулярной клетчатке (рис. 1а, б), вокруг крупных сосудов и позади трахеи (рис. 1с). Этот эффект является патогномоничным рентгенологическим признаком пневмомедиастинума [16, 17]. В 1944 году Macklin впервые в экспериментах на животных продемонстрировал, что в результате резкого изменения градиента давления между интерстициальной легочной тканью и альвеолами происходит разрыв их стенки. Воздух, поступивший в легочную ткань, расслаивает бронховаскулярные оболочки и попадает в средостение через ворота легких – эффект Маклина [2, 7, 18, 19]. Однако присутствие воздуха в средостении не было выявлено на обзорных рентгенограммах. По данным Kaneki et al. [15], до 30% пациентов со спонтанным пневмомедиастинумом имеют нормальную рентгенограмму.

В одном случае при КТ-исследовании нами была диагностирована эмфизема мягких тканей шеи, подмышечных и подключичных областей больше слева. По данным литературы, подкожная эмфизема, особенно в области шеи, встречается у 40–100% пациентов [20, 21].

Один из пациентов с эмфиземой средостения имел повышенный индекс массы тела. Это не обычный случай, так как известно, что риск развития спонтанного пневмомедиастинума статистически значимо ниже у пациентов с ожирением [22].

После консультации с торакальным хирургом хирургическое лечение эмфиземы (удаление воздуха из средостения) не проводилось. В пределах 10 дней пребывания в стационаре пневмомедиастинум рентгенологически разрешился у всех пациентов. По данным литературы, этот период составляет в среднем  $6,65 \pm 1,8$  дня [6].

## ■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вторичный нетравматический пневмомедиастинум является редко встречающейся патологией среди пациентов терапевтического отделения стационара. Появление воздуха в средостении связано с повышением внутрилегочного давления и является осложнением пневмонии с обструктивным синдромом или возникает во время приступа бронхиальной астмы. Кроме того, курение, в том числе электронных сигарет, – фактор риска пневмомедиастинума. Клиническая картина присутствия воздуха в средостении характеризуется разнообразием и неспецифичностью симптомов. Обзорные рентгенограммы грудной клетки имеют ограниченную диагностическую ценность. В отличие от них, компьютерная томография позволяет выявить даже небольшое количество газа и его распределение в средостении и подкожной клетчатке, поэтому этот метод исследования имеет большое диагностическое значение. По нашим данным, вторичный нетравматический пневмомедиастинум имеет благоприятный прогноз и самостоятельно разрешается на фоне снижения внутрилегочного давления.

## ■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Itean A.J., Bianchi W., Sharman T. *Pneumomediastinum*. [Updated 2023 May 1]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2026 Jan. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557440> Date of access: 23.03.2026.
2. Talwar A., Rajeev A., Rachapudi S., et al. Spontaneous pneumomediastinum: a comprehensive review of diagnosis and management. *Intractable Rare Dis Res*. 2024;13(3):138–147. doi: 10.5582/irdr.2024.01020
3. Campbell-Silva S., Campbell-Quintero S., Diaz-Rodriguez D.C., et al. Spontaneous pneumomediastinum: a narrative review offering a new perspective on its definition and classification. *Cureus*. 2025;17(4):e81822. doi: 10.7759/cureus.81822
4. Alnamlah M., Abdulkarim L.S., Alfakhri L., et al. Spontaneous pneumomediastinum in a healthy young male: a case report from Riyadh, Saudi Arabia. *Cureus*. 2019;11(4):e4442. doi: 10.7759/cureus.4442
5. Chowdhary A., Nirwan L., Abi-Ghanem A.S., et al. Spontaneous pneumomediastinum in patients diagnosed with COVID-19: a case series with review of literature. *Acad Radiol*. 2021;28(11):1586–1598. doi: 10.1016/j.acra.2021.07.013
6. Alemu B.N., Yeheyis E.T., Tiruneh A.G. Spontaneous primary pneumomediastinum: is it always benign? *J Med Case Rep*. 2021;15(1):157. doi: 10.1186/s13256-021-02701-z
7. Abakumov M.M., Shamba Kh.L., Danielian Sh.N. Spontaneous mediastinal emphysema. *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2010;(2):47–50. (In Russ.)
8. Romanov M.D., Kireeva E.M., Levina T.M. Specific diagnosis of spontaneous mediastinal emphysema. *Tuberculosis and Lung Diseases*. 2021;99(6):49–53. doi: 10.21292/2075-1230-2021-99-6-49-53 (In Russ.)
9. Patel A., Kesler B., Wise R.A. Persistent pneumomediastinum in interstitial fibrosis associated with rheumatoid arthritis: treatment with high-concentration oxygen. *Chest*. 2000;117(6):1809–13. doi: 10.1378/chest.117.6.1809
10. Ganessane E., Devendiran A., Ramesh S., et al. Pneumomediastinum in COVID-19 disease: clinical review with emphasis on emergency management. *J Am Coll Emerg Physicians Open*. 2023;4(2):e12935. doi: 10.1002/emp2.12935
11. Babalola O., Ikedini M., Kanchustambham V. Pneumomediastinum in vaping-associated acute lung injury: an unusual presentation. *Cureus*. 2023;15(9):e45772. doi: 10.7759/cureus.45772
12. Chuang A., Bacon L., Lucero A. Electronic cigarette or vaping-associated lung injury case report. *J Educ Teach Emerg Med*. 2023;8(1):V22–V27. doi: 10.21980/J8565P
13. Iyer V.N., Joshi A.Y., Ryu J.H. Spontaneous pneumomediastinum: analysis of 62 consecutive adult patients. *Mayo Clin Proc*. 2009;84(5):417–21. doi: 10.1016/S0025-6196(11)60560-0
14. Jougon J.B., Ballester M., Delcambre F., et al. Assessment of spontaneous pneumomediastinum: experience with 12 patients. *Ann Thorac Surg*. 2003;75(6):1711–1714. doi: 10.1016/s0003-4975(03)00027-4
15. Kaneki T., Kubo K., Kawashima A., et al. Spontaneous pneumomediastinum in 33 patients: yield of chest computed tomography for the diagnosis of the mild type. *Respiration*. 2000;67(4):408–411. doi: 0.1159/00002953 9
16. Alsulaihebi A.S., Almaghrabi M., Alqarni M.M., et al. Pneumomediastinum and pneumopericardium as uncommon complications of COVID-19 infection: a review article. *Cureus*. 2022;14(10):e30244. doi: 10.7759/cureus.30 244
17. Kumeda H., Saito G. Spontaneous pneumomediastinum diagnosed by the Macklin effect. *J Surg Case Rep*. 2022;2022(1):rjab634. doi: 10.1093/jscr/rjab634
18. Susai C.J., Banks K.C., Alcasid N.J., et al. A clinical review of spontaneous pneumomediastinum. *Mediastinum*. 2023;8:4. doi: 10.21037/med-23-25
19. Murayama S., Gibo S. Spontaneous pneumomediastinum and Macklin effect: overview and appearance on computed tomography. *World J Radiol*. 2014;6(11):850–854. doi: 10.4329/wjr.v6.i11.850
20. Macia I., Moya J., Ramos R., et al. Spontaneous pneumomediastinum: 41 cases. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2007;31(6):1110–4. doi: 10.1016/j.ejcts.2007.03.008
21. Kouritas V.K., Papagiannopoulos K., Lazaridis G., et al. Pneumomediastinum. *J Thorac Dis*. 2015;7(Suppl. 1):S44–49. doi: 10.3978/j.issn.2072-1439.2015.01.11
22. Chizhova O.Y., Ruslyakova I.A., Bakulin I.G., et al. Pneumomediastinum: a new look at an old problem in a COVID-19 pandemic. *General Reanimatology*. 2022;18(4):4–10. doi: 10.15360/1813-9779-2022-4-4-10 (In Russ.)