

Грудная клетка | Thorax

ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)

<https://doi.org/10.24835/1607-0763-1184>

Внегонадная герминогенная опухоль средостения: оценка локального распространения путем прямого введения контрастного вещества в полость перикарда

© Караханова А.Г.^{1*}, Багненко С.С.^{1,2}, Левченко Е.В.^{1,3}, Хандогин Н.В.¹, Шевкунов Л.Н.⁴¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России; 197758 Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, д. 68, Российская Федерация² ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет»; 194100 Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2, Российская Федерация³ ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России; 191015 Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41, Российская Федерация⁴ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова»; 197341 Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2, Российская Федерация**Цель исследования:** изучить возможности компьютерно-томографической перикардографии для оценки инвазии опухоли средостения в миокард.**Материал и методы.** Сравнивались традиционная компьютерная томография с внутривенным контрастированием и прямое контрастирование полости перикарда (компьютерно-томографическая перикардография) у 19-летнего больного с герминогенной опухолью средостения.**Результаты.** Благодаря введению контрастного препарата под мануальным давлением в полость перикарда стало возможным исключить инвазию опухоли в миокард на уровне предсердий. Это дало возможность на дооперационном этапе оценить техническую возможность удаления опухоли.**Заключение.** Внегонадные герминогенные опухоли средостения зачастую имеют бессимптомное течение, что приводит к выявлению опухолей уже крупных размеров, с признаками распространения на соседние органы и структуры. Традиционная компьютерная томография с внутривенным контрастированием не всегда позволяет исключить инвазию миокарда, перикарда и крупных сосудов. В статье представлено клиническое наблюдение выполнения прямого контрастирования полости перикарда (компьютерно-томографическая перикардография) у 19-летнего больного герминогенной опухолью средостения, что позволило исключить инвазию миокарда и в последующем успешно прооперировать пациента.**Ключевые слова:** внегонадная герминогенная опухоль, КТ, перикардография, образование средостения, перикард**Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.****Для цитирования:** Караханова А.Г., Багненко С.С., Левченко Е.В., Хандогин Н.В., Шевкунов Л.Н. Внегонадная герминогенная опухоль средостения: оценка локального распространения путем прямого введения контрастного вещества в полость перикарда. *Медицинская визуализация*. 2023; 27 (2): 53–61. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1184>

Поступила в редакцию: 17.04.2022.

Принята к печати: 09.07.2022.

Опубликована online: 28.12.2022.

Extragonadal germ cell tumor of the mediastinum: local spread estimated by direct injection of a contrast agent into the pericardial cavity

© Anna G. Karakhanova^{1*}, Sergey S. Bagненко^{1,2}, Evgeni V. Levchenko^{1,3}, Nikolai V. Khandogin¹, Lev N. Shevkunov⁴



¹ N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology; 68, Leningradskaya str., Pesochny, St. Petersburg 197758, Russian Federation

² St. Petersburg State Pediatric Medical University; 2, Litovskaya str., St. Petersburg 194100, Russian Federation

³ I.I. Mechnikov North-Western State Medical University; 41, Kirochnaya str., St. Petersburg 191015, Russian Federation

⁴ Almazov National Medical Research Centre; 2, Akkuratova str., St. Petersburg 197341, Russian Federation

Purpose of the study: to study the possibilities of computed tomographic pericardiography in assessing the invasion of a mediastinal tumor into the myocardium.

Materials and methods. Traditional computed tomography with intravenous contrasting and direct contrasting of the pericardial cavity (computed tomographic pericardiography) were compared in a 19-year-old patient with mediastinal germ cell tumor.

Results. Due to the introduction of a contrast agent under manual pressure into the pericardial cavity, it became possible to exclude tumor invasion into the myocardium at the level of the atria. This made it possible to assess the technical feasibility of tumor removal at the preoperative stage.

Conclusion. Extragonadal germ cell tumors of the mediastinum often have an asymptomatic course, which leads to the detection of tumors that are already large in size, with signs of spread to neighboring organs and structures. Traditional computed tomography with intravenous contrast does not always allow to exclude invasion of the myocardium, pericardium and large vessels. This article demonstrates a clinical case of performing direct contrasting of the pericardial cavity (computed tomographic pericardiography) in a 19-year-old patient with a germ cell tumor of the mediastinum, which made it possible to exclude myocardial invasion and subsequently successfully operate the patient.

Keywords: extragonadal germ cell tumor, CT, pericardiography, mediastinal formation, pericardium

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

For citation: Karakhanova A.G., Bagnenko S.S., Levchenko E.V., Khandogin N.V., Shevkunov L.N. Extragonadal germ cell tumor of the mediastinum: local spread estimated by direct injection of a contrast agent into the pericardial cavity. *Medical Visualization*. 2023; 27 (2): 53–61. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1184>

Received: 17.04.2022.

Accepted for publication: 09.07.2022.

Published online: 28.12.2022.

Введение

В переднем средостении чаще всего локализуются опухоли тимуса, лимфомы, герминогенные опухоли. Компьютерная томография (КТ), как правило, позволяет всесторонне охарактеризовать выявленные изменения, провести дифференциальную диагностику, а также оценить местную распространенность и возможность хирургического лечения. Внегонадные герминогенные опухоли средостения возникают у молодых мужчин. Длительное бессимптомное течение часто приводит к поздней обращаемости, поэтому в ряде случаев крупные новообразования могут распространяться на соседние структуры средостения, а именно: перикард, миокард, легкое, плевру, а также на крупные сосуды. Начальные признаки инвазии миокарда, перикарда и крупных сосудов в рамках традиционной КТ с контрастным усилением порой уверенно дифференцировать не удастся, поэтому поиск новых подходов в данном вопросе актуален. Одной из перспективных методик, на наш взгляд, является прямое контрастирование полости перикарда (КТ-перикардография).

В статье представлено клиническое наблюдение выполнения КТ-перикардографии у 19-летнего больного герминогенной опухолью средостения для исключения инвазии новообразования в миокард.

Клиническое наблюдение

Пациент З., 19 лет, в сентябре 2021 г. в связи с подозрением на пневмонию выполнил КТ по месту жительства, в результате которой были выявлены опухоль средостения и метастазы в легких. Результаты биопсии: гистологическое строение и иммунофенотип соответствуют недифференцированной карциноме без иммунофенотипических признаков органоспецифичности. Альфа-фетопротеин (АФП) был повышен до 236 МЕ/мл, лактатдегидрогеназа до 310 Ед/л, бета-хорионический гонадотропин человека в пределах нормы.

Пациенту поставлен диагноз: внегонадная герминогенная несеминозная опухоль с поражением средостения и легких; T_xN_xM_{1a}S₂, стадия IIIB, группа неблагоприятного прогноза. По месту жительства было проведено следующее лечение: 1 цикл полихимиотерапии по схеме EP (22.09–27.09.21), 2 цикла полихимиотерапии по схеме BEP (12.10–17.10.21, 02.11–07.11.21), 2 цикла полихимиотерапии по схеме PEI (23.11–28.11.21), после чего были зарегистрированы рецидив и прогрессирование в виде роста первичной опухоли и метастазов в легких, подозрение на метастатическое поражение костей и головного мозга, повышение уровня АФП.

Осложнениями основного заболевания явились: анемия средней степени, смешанная (анемическая, паренхиматозная) субкомпенсированная хроническая дыхательная недостаточность, хроническая сердечно-

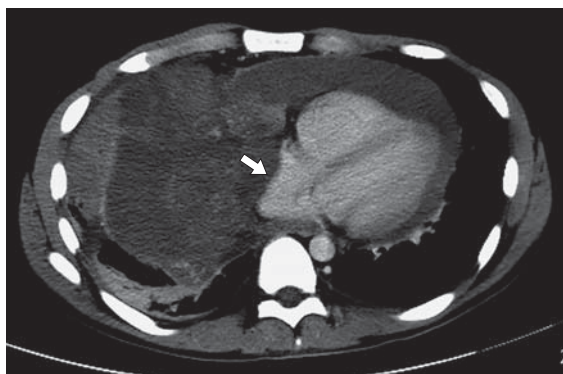
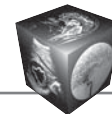


Рис. 1. КТ с внутривенным контрастированием. Выявлены признаки инвазии перикарда в виде неровного его контура и плотного прилегания опухоли к перикарду на большом протяжении (стрелка).

Fig. 1. CT scan with intravenous contrast. Signs of invasion of the pericardium were revealed in the form of its uneven contour and tight fitting of the tumor to the pericardium over a large extent (arrow).

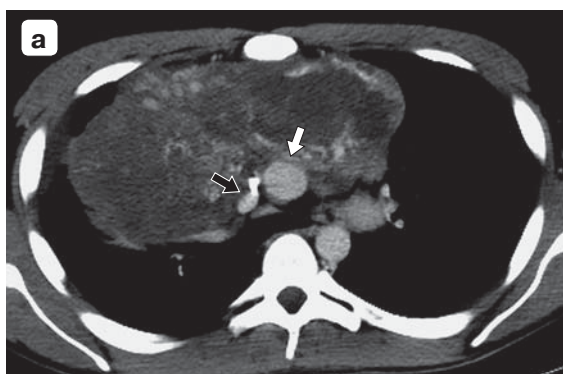


Рис. 2. КТ с внутривенным контрастированием не позволяла исключить инвазию восходящей аорты, верхней и нижней полых вен. **а** – контакт опухоли с восходящей аортой (белая стрелка) и верхней полых вен с признаками ее компрессии (черная стрелка); **б** – контакт опухоли с нижней полых вен (стрелка).

Fig. 2. CT with intravenous contrast did not rule out invasion of the ascending aorta, superior and inferior vena cava. **а** – contact of the tumor with the ascending aorta (white arrow) and superior vena cava, with signs of its compression (black arrow); **б** – contact of the tumor with the inferior vena cava (arrow).

сосудистая недостаточность, коагулопатия (гипокоагуляция). Прорастание опухолью перикарда с аррозией и кровотечением в полость перикарда и плевральную полость – гидроторакс, гидроперикард, фибринозный перикардит, предтампонада сердца (17.01.22).

Пациент поступил в НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова 17.01.22 для выполнения перикардоцентеза под контролем ультразвука и обследования в условиях стационара для определения дальнейшей тактики лечения.

Качество визуализации сердца при эхокардиографии (ЭхоКГ) было резко снижено, что было обусловлено большой опухолью средостения, позиционными изменениями сердца, одышкой и кашлем в покое, конституциональными особенностями пациента и его вынужденным положением полусидя. Образование средостения интимно прилежало к правому предсердию, поддавливало его. На этом фоне убедительных ЭхоКГ-признаков прорастания образования в перикард и миокард на момент исследования не было выявлено.

Под ультразвуковым контролем была дренирована полость перикарда системой Pleugasap, при этом пассивно эвакуировано около 700 мл геморрагической жидкости (концентрация гемоглобина в данной жидкости была сопоставима с концентрацией гемоглобина в периферической крови), что указывало (и было подтверждено при оперативном вмешательстве) на прорастание опухоли в перикард с внутривнутриперикардальным кровоизлиянием и угрозой гемотампонады сердца. Было принято решение оставить систему Pleugasap для продленного дренирования. Трубка была фиксирована кисетным швом к коже и наложена сухая асептическая повязка.

Выполнена КТ туловища с внутривенным контрастированием, при которой выявлена опухоль размерами $191 \times 133 \times 165$ мм, окружающая сердце и магистральные сосуды. Обнаружены признаки инвазии перикарда (рис. 1) в виде неровности его наружного контура и протяженного прилегания опухоли к перикарду. Высказано подозрение об инвазии верхней, нижней полых вен и восходящей аорты (рис. 2). В полости перикарда имелся большой объем жидкости, которая локализовалась преимущественно в нижних отделах перикардального мешка (рис. 3). Нельзя было исключить инвазию опухоли в миокард области предсердий, так как в верхних отделах слой перикардальной жидкости не определялся (рис. 4). Был исключен инфильтрирующий рост в правую коронарную артерию. В связи с расхождением данных ЭхоКГ и КТ, а также с низким качеством УЗИ сердца было принято решение о выполнении уточняющего метода.

Применение магнитно-резонансной томографии (МРТ) в данной клинической ситуации ограничивалось, в первую очередь, тяжестью состояния пациента, невозможностью длительного нахождения в “тоннеле” магнитно-резонансного томографа в горизонтальном положении с дыхательной синхронизацией.

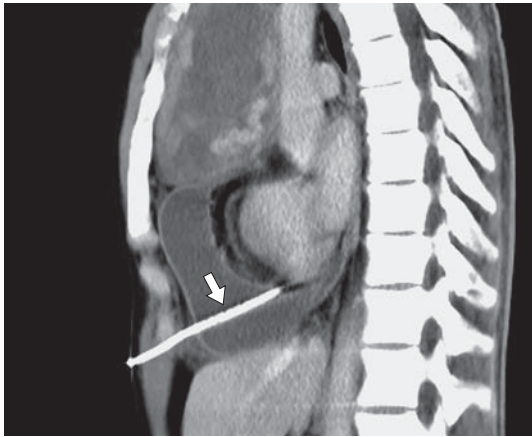


Рис. 3. На компьютерной томограмме определяется перикардиальный выпот и дренаж, установленный в полости перикарда (стрелка).

Fig. 3. CT shows a pericardial effusion and a drain placed in the pericardial cavity (arrow).

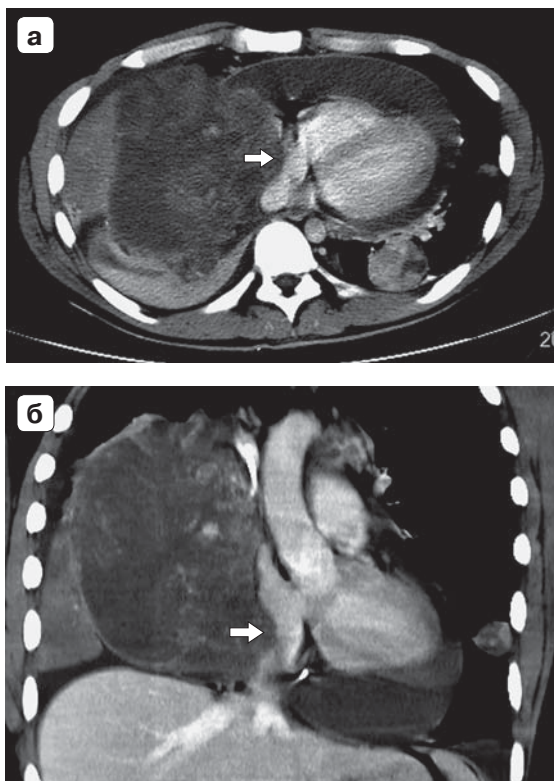


Рис. 4. КТ с внутривенным контрастированием не позволяет исключить инвазию опухоли в миокард правого предсердия (стрелки). **а** – аксиальная проекция; **б** – корональная проекция.

Fig. 4. CT scan with intravenous contrast does not rule out tumor invasion into the myocardium of the right atrium (arrows). **a** – axial view; **б** – coronal view.

С целью оценки синтопии опухоли и вероятного прорастания в миокард была выполнена КТ-перикардография. Для этого через дренаж в полости перикарда шприцем активно эвакуировано около 500 мл содержимого. Далее были смешаны 10 мл неионного йодсодержащего контрастного вещества Йогексол с концентрацией 300 мг/мл и 40 мл физиологического раствора. Данная смесь введена в полость перикарда через дренаж шприцем (процесс сопровождался умеренным болевым синдромом у больного), после чего выполнено сканирование грудной клетки.

Благодаря введению контрастного препарата под мануальным давлением контрастированы вышележащие отделы полости перикарда, что позволило исключить инвазию опухоли в миокард на уровне предсердий (рис. 5). Это дало возможность на дооперационном этапе оценить техническую возможность удаления опухоли с резекцией перикарда.

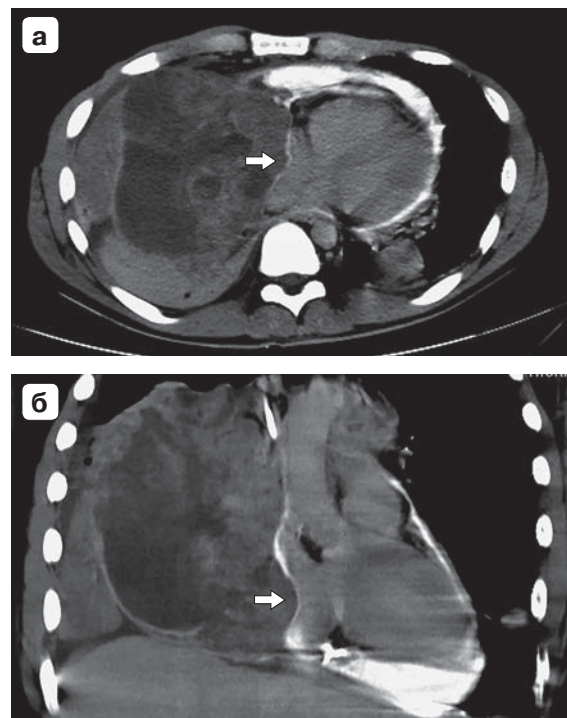
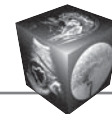


Рис. 5. КТ-перикардография, которая позволила убедительно исключить инвазию опухоли в миокард на уровне предсердий (стрелки). **а** – аксиальная проекция; **б** – корональная проекция.

Fig. 5. CT-pericardography, which made it possible to convincingly exclude tumor invasion into the myocardium at the level of the atria (arrows). **a** – axial projection; **б** – coronal projection.



Следует отметить, что в данном случае имеет место вариант внегонадной герминогенной несеминозной опухоли с поражением средостения и легких, вероятными метастазами в кости и головной мозг, резистентной к цитостатикам 3 линии химиотерапии и прогрессирующим после проведенного лечения (в виде увеличения размеров первичной опухоли, метастазов, уровня АФП), осложненной внутриперикардальным кровотечением, угрозой тампонады сердца, гипокоагуляцией и дыхательной, сердечно-сосудистой недостаточностью. Прогноз в сложившейся клинической ситуации был неблагоприятный при любой тактике ведения: симптоматической терапии, химиотерапии, оперативном вмешательстве и при отсутствии какого-либо лечения.

Проведение курса химиотерапии было невозможно вследствие прогрессирования дыхательной и сердечно-сосудистой недостаточности и некупированного внутриперикардального кровотечения. Проведение операции на фоне гипокоагуляции, дыхательной и сердечно-сосудистой недостаточности, анемии, при некротизированной опухоли с прорастанием сосудов имело риск неконтролируемого массивного кровотечения, остановки сердца на вводимом наркозе, а в последующем – тромбоэмболических осложнений, пневмонии, сепсиса.

В сложившейся клинической ситуации оперативное вмешательство не могло быть радикальным и выполнялось по жизненным показаниям с целью остановки внутриперикардального кровотечения, циторедукции с вероятным последующим созданием условий для повышения чувствительности остаточной опухоли к цитостатикам и ликвидацией дыхательной и сердечно-сосудистой недостаточности, а также коагулопатии. Даже малая вероятность незначительного улучшения состояния пациента или его стабилизации с учетом молодого возраста пациента неизбежно направляли к активной хирургической тактике. Установлены показания к операции.

После стабилизации состояния пациента были выполнены двусторонняя торакотомия с поперечной стернотомией, удаление новообразования средостения, расширенная средняя лобэктомия справа, метастазэктомия и краевые резекции обоих легких.

Вследствие длительно существовавшего гидроторакса, гемоторакса развился фибринозный перикардит, что привело к формированию множества жидкостных камер в полости перикарда, которые были выявлены в ходе операции. Фиброзные перегородки в полости перикарда были расположены избирательно и были тонкими, поэтому на фоне высокой контрастности йодсодержащего вещества при КТ-перикардографии визуализировались нечетливо. При выделении опухоли интраперикардально установлено, что в проекции предсердий опухоль прорастает перикард. Было выполнено удаление перикарда с передней по-

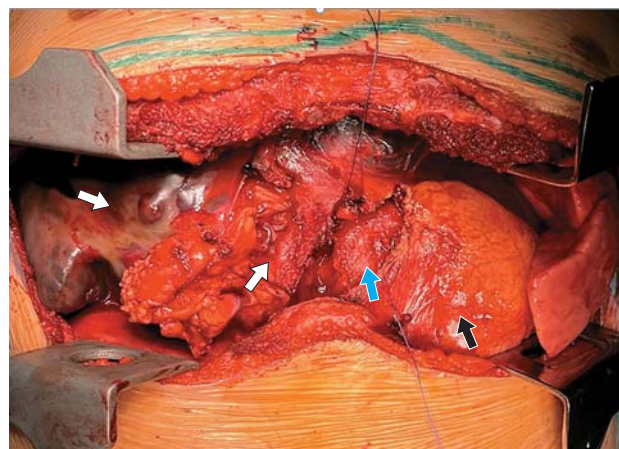


Рис. 6. Интраоперационная фотография в момент выделения опухоли. В проекции предсердий опухоль прорастает перикард. Начато выполнение резекции передней поверхности перикарда до объема условной передней полусферы. Белые стрелки – опухоль, синяя стрелка – область резекции перикарда, черная стрелка – сердце.

Fig. 6. Intraoperative photo at the time of tumor isolation. In the projection of the atria, the tumor grows into the pericardium. The resection of the anterior surface of the pericardium was started up to the volume of the conditional anterior hemisphere. White arrows – tumor, blue arrow – pericardial resection area, the black arrow is the heart.



Рис. 7. Фотография удаленного препарата. Размер лотка 200 × 150 мм. Макропрепарат размерами 190 × 140 × 60 мм. Опухоль кистозно-солидного строения, красно-коричневого цвета, с участками кровоизлияний и участками хрящевой плотности.

Fig. 7. Photo of the removed drug. The size of the tray is 200 × 150 mm. The macropreparation measures 190 × 140 × 60 mm. The tumor is of a solid cystic structure, red-brown in color, with areas of hemorrhage and areas of cartilage density.



верхности сердца в объеме условной передней полусферы (рис. 6). Удалось отделить опухоль от передней поверхности сердца, а в последующем и от верхней, нижней полых вен, от аорты.

Отсутствие инвазии опухоли средостения в миокард, выявленное при КТ-перикардографии, было подтверждено в ходе оперативного вмешательства и при гистологическом исследовании новообразования. Удаленный макропрепарат был размерами $190 \times 140 \times 60$ мм. Опухоль была кистозно солидного строения, красно-коричневого цвета, с участками кровоизлияний и участками хрящевой плотности (рис. 7).

Через 2 ч после операции в палате реанимации пациент был переведен на самостоятельное дыхание и экстубирован. На 23-и сутки после операции пациент был выписан из стационара.

Обсуждение

Основным методом визуализации перикардального мешка с учетом неинвазивности и доступности является ЭхоКГ [1–3], однако в ряде случаев возможности классического нативного сканирования для решения озвученных вопросов оказываются недостаточны. В мировой литературе можно встретить немногочисленные ссылки на те или иные варианты контрастного лучевого исследования рассматриваемой области, применяемые авторами с переменным успехом.

Т. Miyamoto и соавт. описан ультразвуковой микрокавитационный метод дренирования гемоперикарда [4]. Сначала в полость перикарда вводилась дренажная трубка под контролем трансторакальной ЭхоКГ. Для исключения попадания дренажной трубки в внутрисердечное пространство применялось микрокавитационное контрастное вещество, которое создавалось путем перемешивания смеси 0,5 мл воздуха, 0,5 мл аспирированной жидкости и 8 мл физиологического раствора между двумя 10 мл шприцами, соединенными трехходовым краном. Контрастное вещество (5 мл) медленно вводили в перикард через дренажную трубку. Микрокавитационное контрастирование вокруг сердца при трансторакальной ЭхоКГ подтверждало, что кончик дренажной трубки находился в перикардальной полости, содержащей выпот. Микрокавитационное контрастное вещество вокруг сердца видно при трансторакальной ЭхоКГ в виде гиперэхогенного участка в структуре выпота, однако в ряде случаев при оценке местной распространенности опухолей средостения его бывает недостаточно.

В 1961 г. Т.М. Durant описал негативную газоконтрастную рентгеновскую ангиокардиографию, при которой в локтевую вену вводили 50–100 мл CO_2 [5]. У больного, лежащего на левом боку, мож-

но было косвенно обнаружить утолщение перикарда и выпот, локализовав скопление газа в правом предсердии, однако сохранялась вероятность неправильной оценки при наличии правостороннего плеврита или инфильтрата в области средней доли легкого.

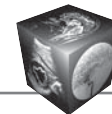
Рентгенологическое исследование полости перикарда методом двойного контрастирования в 1979 г. было описано В.М. Astapow и соавт. [6]. Метод позволял визуализировать листки околосердечной сумки, ее полость и содержимое. В начале выполнялась пункция перикарда и аспирация жидкости, что являлось частью лечебной процедуры, в последующем проводили пневмоперикардографию (300–400 мл газа: кислород при воспалительных, воздух при карциноматозных состояниях) и вводили водорастворимое контрастное вещество (5–8 мл 60% водорастворимого контрастного вещества из расчета 0,1 мл на 1 кг массы тела).

Метод прямого введения контрастного препарата в полость перикарда описан W. Mäurer и соавт. в 1981 г. [7]. В случае острой тампонады перикарда небольшим объемом выпота использовалось несколько миллилитров контрастного препарата из-за малой растяжимости перикардального мешка и только после дренирования 10–20 мл выпота. При рентгеновской перикардографии выпот, окрашенный контрастным веществом, и окружающие его структуры были хорошо видны при рентгеноскопии, позволяя визуализировать удовлетворительное положение аспирационной канюли в перикардальном мешке. В отличие от ЭхоКГ перикардография позволила получить дополнительную важную диагностическую информацию о пациенте [7].

МРТ с кардиосинхронизацией тоже может быть полезной в оценке структуры опухоли и хирургической резектабельности [8]. Метод не несет лучевой нагрузки, обладает высокой тканевой контрастностью при визуализации мягких тканей, что полезно для оценки инвазии опухоли в средостение и грудную стенку [9]. Однако в выявлении кальцификатов, а также с точки зрения продолжительности исследования МРТ существенно уступает КТ.

Традиционная КТ с внутривенным контрастированием остается методом выбора для визуализации опухолей, уточнения их природы и местной распространенности [10–12]. Она используется не только для оценки проходимости и инвазии сосудов, уточнения резектабельности опухоли, но и для исключения отдаленных метастазов [13, 14].

КТ-признаки, используемые для определения инвазии средостения, включают в себя степень



контакта между опухолью и соседними структурами средостения, а также облитерацию промежуточных жировых слоев. Однако, по мнению ряда авторов, данные критерии являются ненадежными, демонстрируя переменную чувствительность и специфичность [8, 15]. Сохранение нормального скользящего движения между двумя контактирующими областями является более точным при оценке инвазии средостения и грудной стенки [8].

Экспираторная динамическая КТ может помочь оценить инвазию опухоли в грудную стенку или средостение, поскольку свободное движение опухоли является прямым доказательством отсутствия прикрепления между висцеральной и париетальной плеврой [16]. Однако существуют трудности в различении инвазивной опухоли и доброкачественных спаек. Кроме того, оценка движения опухоли на аксиальных КТ-изображениях затруднена при локализации образования вблизи верхушки легкого или диафрагмы. Следует учитывать и увеличение лучевой нагрузки при дополнительном сканировании во время выдоха.

Таким образом, на сегодняшний день имеется широкий спектр методов визуализации органов средостения. При наличии крупных новообразований часто невозможно исключить инфильтрирующий рост опухоли в миокард (особенно при большом объеме геморрагической жидкости в перикардальном мешке), который является абсолютным противопоказанием к операции [17]. Помочь в решении этого вопроса может КТ-перикардография, которая позволяет контрастировать верхние отделы полости перикарда и исключить или подтвердить инвазию в миокард. Данная диагностическая манипуляция выполняется при дренировании полости перикарда после эвакуации его содержимого. Безусловно, это возможно только с участием торакальных хирургов (кардиохирургов) и реаниматологов в кабинете КТ (необходимо учитывать риск возникновения реактивного перикардита после процедуры). В нашем случае пациент был прооперирован в день исследования. Операция включала перикардотомию, ревизию полости перикарда и резекцию перикарда. Картина изменений, описанная при КТ-перикардографии, была подтверждена интраоперационно.

Заключение

КТ-перикардография является высокоинформативной диагностической методикой, позволяющей исключить инфильтрирующий рост опухоли в миокард и оценить резектабельность. Безусловно, предложенный подход не должен заменять неинвазивные варианты визуализации, прежде

всего ЭхоКГ. Наиболее перспективным является применение КТ-перикардографии в качестве дополнительной уточняющей диагностической процедуры, когда пункция перикарда выполняется с лечебной целью. Проведение манипуляции возможно только с участием торакальных хирургов и реаниматологов.

Участие авторов

Караханова А.Г. – концепция и дизайн исследования, анализ и интерпретация полученных данных, написание текста.

Шевкунов Л.Н. – концепция и дизайн исследования, написание текста.

Багненко С.С. – участие в научном дизайне, утверждение окончательного варианта статьи.

Левченко Е.В. – проведение исследования, подготовка и редактирование текста.

Хандогин Н.В. – проведение исследования, подготовка и редактирование текста.

Authors' participation

Karakhanova A.G. – concept and design of the study, analysis and interpretation of the obtained data, writing text.

Shevkunov L.N. – concept and design of the study, writing text.

Bagnenko S.S. – participation in scientific design, approval of the final version of the article.

Levchenko E.V. – conducting research, text preparation and editing.

Khandogin N.V. – conducting research, text preparation and editing.

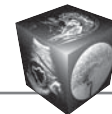
Список литературы

1. Scott D.S., Justina C. W., Linda D.G. Essential echocardiography. Companion to Braunwald's Heart Disease, Illustration Editor Bernard E. Bulwer, Inc. All rights reserved Elsevier Philadelphia, 2019.
2. Christoph F.D., Jouke T.A., Paul C. et al. Ultrasound techniques in the evaluation of the mediastinum, part I: endoscopic ultrasound (EUS), endobronchial ultrasound (EBUS) and transcutaneous mediastinal ultrasound (TMUS), introduction into ultrasound techniques, Journal of Thoracic Disease. All rights reserved. *J. Thorac. Dis.* 2015; 7 (9): 311–325. <https://doi.org/10.3978/j.issn.2072-1439.2015.09.40>
3. Islam A., Asad R., Wallisa R. et al. Cardiac ultrasound: an anatomical and clinical review. *Translat. Res. Anatomy.* 2021; 22: 100083. <https://doi.org/10.1016/j.tria.2020.100083>
4. Miyamoto T., Watanabe S., Obayashi T. Microcavitation contrast method for the drainage of bloody pericardial effusion. *Circulation.* 2009; 120 (21): e166. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.109.896563>
5. Durant T.M. Negative (gas) contrast angiocardiology. *Am. Heart J.* 1961; 61: 1–4. [https://doi.org/10.1016/0002-8703\(61\)90509-9](https://doi.org/10.1016/0002-8703(61)90509-9)
6. Astapow B.M., Drosdowski B.J., Zyb A.F. Double contrast examination of the pericardial cavity in a case of exsudative pericarditis. *Radiologie.* 1979; 19 (12): 537–542.



7. Mäurer W., Rauch B., Schwarz F. et al. Direkte Kontrastmitteldarstellung akuter und chronischer Perikardergüsse sowie des Herzbeutels. *Dtsch. Med. Wschr.* 1981. 106 (47): 1571–1575. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1070556>
8. Ong C.C., Teo L.L.S. Imaging of anterior mediastinal tumors. *Cancer Imaging.* 2012; 12 (3): 506–515. <https://doi.org/10.1102/1470-7330.2012.0039>
9. Seo J.S., Kim Y.J., Choi B.W., Choe K.O. Usefulness of magnetic resonance imaging for evaluation of cardiovascular invasion: evaluation of sliding motion between thoracic mass and adjacent structures on cine MR images. *J. Magn. Reson. Imaging.* 2005; 22: 234–241. <https://doi.org/10.1002/jmri.20378>
10. Амелина И.Д., Нестеров Д.В., Шевкунов Л.Н., Карачун А.М., Артемьева А.С., Багненко С.С., Трофимов С.Л. Компьютерно-томографическая пневмогастрография в определении типов рака желудка по классификации Lauren. *Злокачественные опухоли.* 2021; 11 (2): 13–26. <https://doi.org/10.18027/2224-5057-2021-11-2-13-26>
11. Мутовкина Н.И., Калинин П.С., Данилов В.В., Мищенко А.В. Магнитно-резонансная томография в диагностике рака пищевода (обзор литературы). *Медицинская визуализация.* 2019; 3: 28–43. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-2019-3-28-43>
12. Буровик И.А., Прохоров Г.Г., Лушина П.А., Васильев А.В., Дегтярева Е.А. Робот-ассистированные чрескожные вмешательства под КТ-контролем: первый опыт. *Медицинская визуализация.* 2019; 2: 27–35. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-2019-2-27-35>
13. Калинин П.С., Кушнарев В.А., Балкаров А.Х., Артемьева А.С. Легочный гистиоцитоз из клеток Лангерганса, имитирующий метастазы в легкие гигантоклеточной остеобластической саркомы (клиническое наблюдение). *Медицинская визуализация.* 2019; 2: 44–48. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-2019-2-44-48>
14. Розенгауз В.В., Караханова А.Г., Нестеров Д.В. Особенности паттерна контрастирования гепатоцеллюлярного рака при тромбозе воротной вены. *Медицинская визуализация.* 2019; 4: 68–75. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-2019-4-68-75>
15. Seo J.S., Kim Y.J., Choi B.W., Choe K.O. Usefulness of magnetic resonance imaging for evaluation of cardiovascular invasion: evaluation of sliding motion between thoracic mass and adjacent structures on cine MR images. *J. Magn. Reson. Imaging.* 2005; 22: 234–241. <https://doi.org/10.1002/jmri.20378>. PMID:16028243
16. Murata K., Takahashi M., Mori M. et al. Chest wall and mediastinal invasion by lung cancer: evaluation with multisection expiratory dynamic CT. *Radiology.* 1994; 191: 251–255. <https://doi.org/10.1148/radiology.191.1.8134583>
17. Bacha E.A., Chapelier A.R., Macchiarini P. et al. Surgery for invasive primary mediastinal tumors. *Ann. Thorac. Surg.* 1998; 66: 234–239. [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(98\)00350-6](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(98)00350-6)
1. Scott D.S., Justina C. W., Linda D.G. Essential echocardiography. Companion to Braunwald's Heart Disease, Illustration Editor Bernard E. Bulwer, Inc. All rights reserved Elsevier Philadelphia. 2019.
2. Christoph F.D., Jouke T.A., Paul C. et al. Ultrasound techniques in the evaluation of the mediastinum, part I: endoscopic ultrasound (EUS), endobronchial ultrasound (EBUS) and transcutaneous mediastinal ultrasound (TMUS), introduction into ultrasound techniques, *Journal of Thoracic Disease.* All rights reserved. *J. Thorac. Dis.* 2015; 7 (9): 311–325. <https://doi.org/10.3978/j.issn.2072-1439.2015.09.40>
3. Islam A., Asad R., Wallisa R. et al. Cardiac ultrasound: an anatomical and clinical review. *Translat. Res. Anatomy.* 2021; 22: 100083. <https://doi.org/10.1016/j.tria.2020.100083>
4. Miyamoto T., Watanabe S., Obayashi T. Microcavitation contrast method for the drainage of bloody pericardial effusion. *Circulation.* 2009; 120 (21): e166. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.109.896563>
5. Durant T.M. Negative (gas) contrast angiocardiology. *Am. Heart J.* 1961; 61: 1–4. [https://doi.org/10.1016/0002-8703\(61\)90509-9](https://doi.org/10.1016/0002-8703(61)90509-9)
6. Astapow B.M., Drosdowski B.J., Zyb A.F. Double contrast examination of the pericardial cavity in a case of exudative pericarditis. *Radiologe.* 1979; 19 (12): 537–542.
7. Mäurer W., Rauch B., Schwarz F. et al. Direkte Kontrastmitteldarstellung akuter und chronischer Perikardergüsse sowie des Herzbeutels. *Dtsch. Med. Wschr.* 1981. 106 (47): 1571–1575. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1070556>
8. Ong C.C., Teo L.L.S. Imaging of anterior mediastinal tumors. *Cancer Imaging.* 2012; 12 (3): 506–515. <https://doi.org/10.1102/1470-7330.2012.0039>
9. Seo J.S., Kim Y.J., Choi B.W., Choe K.O. Usefulness of magnetic resonance imaging for evaluation of cardiovascular invasion: evaluation of sliding motion between thoracic mass and adjacent structures on cine MR images. *J. Magn. Reson. Imaging.* 2005; 22: 234–241. <https://doi.org/10.1002/jmri.20378>
10. Amelina I.D., Nesterov D.V., Shevkunov L.N., Karachun A.M., Artemyeva A.S., Bagненко S.S., Trofimov S.L. Computed tomographic pneumogastrography in determining the types of gastric cancer according to the Lauren classification. *Malignant tumours.* 2021; 11 (2): 13–26. <https://doi.org/10.18027/2224-5057-2021-11-2-13-26> (In Russian)
11. Mutovkina N.I., Kalinin P.S., Danilov V.V., Mishchenko A.V. Magnetic-resonance imaging in diagnostics of esophageal cancer (literature review). *Medical Visualization.* 2019; 3: 28–43. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-2019-3-28-43> (In Russian)
12. Burovik I.A., Prohorov G.G., Lushina P.A., Vasiliev A.V., Degtiareva E.A. CT-guided robotic-assisted percutaneous interventions: first experience. *Medical Visualization.* 2019; 2: 27–35. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-2019-2-27-35> (In Russian)
13. Kalinin P.S., Kushnarev V.A., Balkarov A.H., Artemyeva A.S. A case of pulmonary langerhans' cell histiocytosis mimicking osteosarcoma pulmonary metastases (clinical case). *Medical Visualization.* 2019; 2: 44–48. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-2019-2-44-48> (In Russian)
14. Rozengauz E.V., Karakhanova A.G., Nesterov D.V., Contrast enhancement patterns of hepatocellular carcinoma with portal vein thrombosis. *Medical Visualization.* 2019; 4: 68–75. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-2019-4-68-75> (In Russian)
15. Seo J.S., Kim Y.J., Choi B.W., Choe K.O. Usefulness of magnetic resonance imaging for evaluation of

References



- cardiovascular invasion: evaluation of sliding motion between thoracic mass and adjacent structures on cine MR images. *J. Magn. Reson. Imaging*. 2005; 22: 234–241. <https://doi.org/10.1002/jmri.20378>. PMID:16028243
16. Murata K., Takahashi M., Mori M. et al. Chest wall and mediastinal invasion by lung cancer: evaluation with multisection expiratory dynamic CT. *Radiology*. 1994; 191: 251–255. <https://doi.org/10.1148/radiology.191.1.8134583>
 17. Bacha E.A., Chapelier A.R., Macchiarini P. et al. Surgery for invasive primary mediastinal tumors. *Ann. Thorac. Surg.* 1998; 66: 234–239. [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(98\)00350-6](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(98)00350-6)

Для корреспонденции*: Караханова Анна Геннадьевна – 197758 Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, д. 68.
E-mail: annakarakhanova@yandex.ru

Караханова Анна Геннадьевна – врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова” Минздрава России, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0002-1913-9390>

Багненко Сергей Сергеевич – доктор мед. наук, доцент, заместитель директора, заведующий отделением – ведущий научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова” Минздрава России; профессор кафедры современных методов диагностики и радиолучевой терапии ФГБОУ ВО “Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет” Минздрава России, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0002-4131-6293>

Левченко Евгений Владимирович – член-корр. РАН, доктор мед. наук, профессор, заведующий хирургическим торакальным отделением, врач-онколог ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова” Минздрава России; профессор кафедры онкологии ФГБОУ ВО “СЗГМУ им. И.И. Мечникова” Минздрава России, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0003-3837-2515>

Хандогин Николай Владимирович – канд. мед. наук, врач-онколог ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова” Минздрава России, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0001-6046-549X>

Шевкунов Лев Николаевич – канд. мед. наук, врач-рентгенолог, доцент кафедры ядерной медицины и радиационных технологий ФГБУ “НМИЦ им. В.А. Алмазова” Минздрава России, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0003-4533-1658>

Contact*: Anna G. Karakhanova – 68, Leningradsкая str., Pesochny settlement, St. Petersburg 197758, Russia. E-mail: annakarakhanova@yandex.ru

Anna G. Karakhanova – Radiologist of Radiology Department N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg. <https://orcid.org/0000-0002-1913-9390>

Sergey S. Bagnenko – Doct. of Sci. (Med.), Associate Professor, Deputy Director, Head of Department – Leading Researcher of the Scientific Department of Diagnostic and Interventional Radiology, N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, Saint Petersburg; Professor of the Department of Modern Methods of Diagnostics and Radiotherapy, St. Petersburg State Pediatric Medical University, St. Petersburg. <https://orcid.org/0000-0002-4131-6293>

Evgeni V. Levchenko – Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Surgical Thoracic Department, Oncologist N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology; Professor of the Department of Oncology I.I. Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg. <https://orcid.org/0000-0003-3837-2515>

Nikolai V. Khandogin – Cand. of Sci. (Med.), oncologist N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg. <https://orcid.org/0000-0001-6046-549X>

Lev N. Shevkunov – Cand. of Sci. (Med.), Radiologist, Doctent of the Department of Nuclear Medicine and Radiation Technologies V.A. Almazov National Medical Research Center, St. Petersburg. <https://orcid.org/0000-0003-4533-1658>