



Роль МРТ с контрастированием в диагностике вторичного поражения головного мозга у пациентов с раком легкого

©Д.О. Кардаильская^{1,2*}, И.Г. Носуля^{1,2}, Е.И. Зяблова^{1,2}, Е.Б. Орлова^{1,2}, С.Г. Гвинджия^{1,2},
А.Н. Попова^{1,2}, В.А. Порханов^{1,2}

¹ Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского, Краснодар, Россия

² Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар, Россия

* Д.О. Кардаильская, Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского, 350086, Краснодар, ул. 1 Мая, 167, k.daria2702@gmail.com

Поступила в редакцию 7 сентября 2023 г. Исправлена 22 сентября 2023 г. Принята к печати 4 октября 2023 г.

Резюме

Введение: Рак легкого – одно из самых распространенных в мировой популяции злокачественных новообразований. В случае рака легкого около 40% всех метастазов приходится на головной мозг, которые на ранних стадиях заболевания возникают примерно у 3% пациентов. Ранняя диагностика метастазов рака легкого в головной мозг напрямую влияет на выживаемость больных и качество их жизни.

Цель исследования: Изучение роли магнитно-резонансной томографии (МРТ) с контрастированием на амбулаторном этапе у пациентов с впервые диагностированным и гистологически подтвержденным раком легкого в выявлении метастатического поражения головного мозга и сравнение с данными компьютерной томографии (КТ).

Материалы и методы: Исследование было проведено на базе ГБУЗ «НИИ – Краевая клиническая больница № 1 им. С.В. Очаповского» за период с ноября 2022 по январь 2023 г. 75 пациентов с гистологически подтвержденным раком легкого прошли диагностическое МРТ-исследование головного мозга на аппарате Panorama 1.0T (Philips) с внутривенным введением препарата кларискан с целью выявления метастатического поражения. В качестве диагностического метода использовали «короткий» протокол сканирования в режимах T1-ВИ (TR: 450, TE: 15), T2-ВИ (TR: 4533, TE: 100) и DWI (TR: 3712, TE: 97) в аксиальной плоскости, далее внутривенно вводили контрастный препарат кларискан из расчета 0,2 мл на 1 кг веса пациента, после чего повторяли сканирование в режиме T1-ВИ (TR: 450, TE: 15).

Результаты: Средний возраст пациентов составил 60 лет, превалировал мужской пол. Из общего количества пациентов большая часть была с центральным раком легкого (57,3%). При проведении диагностической МРТ головного мозга с контрастным усилением у 30 пациентов из общего количества обследуемых (40%) выявлены патологические изменения головного мозга метастатического характера, которые накапливали контрастный препарат в 100% случаев. У 7% пациентов были выявлены находки, отличные от метастатических, не определявшиеся при ранее проведенном КТ-исследовании с контрастным усилением, такие как кавернома Варолиева моста и венозные мальформации. В качестве диагностического метода использовали «короткий» протокол сканирования в режимах T1-ВИ (TR: 450, TE: 15, толщина среза 5 мм), T2-ВИ (TR: 4533, TE: 100, толщина среза 5 мм) и DWI (TR: 3712, TE: 97, толщина среза 5 мм) в аксиальной плоскости, далее внутривенно вводили контрастный препарат «Кларискан» из расчета 0,2 мл на 1 кг веса пациента, после чего повторяли сканирование в режиме 3D T1 (TR: 450, TE: 15, толщина среза 1 мм). При обнаружении патологических изменений в головном мозге пациента повторно сканировали на аппаратах с силой магнитного поля 1,5T или 3T по стандартному протоколу.

Обсуждение: МРТ с контрастным усилением является одним из наиболее эффективных методов диагностики метастатического поражения, так как позволяет определить локализацию метастазов головного мозга и помогает врачу-клиницисту в выборе наиболее результативного алгоритма ведения пациента. Внедрение диагностической МРТ головного мозга с контрастированием в рутинную врачебную практику может способствовать повышению точности и качества выявления метастатического поражения головного мозга у онкобольных.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография, компьютерная томография, рак легкого, метастазы, контрастный препарат, головной мозг

Цитировать: Кардаильская Д.О., Носуля И.Г., Зяблова Е.И. и др. Роль МРТ с контрастированием в диагностике вторичного поражения головного мозга у пациентов с раком легкого. *Инновационная медицина Кубани.* 2023;8(4):74–81. <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2023-8-4-74-81>



Role of Contrast-Enhanced MRI in Diagnosing Brain Metastases in Patients With Lung Cancer

©Daria O. Kardailskaya^{1,2*}, Irina G. Nosulia^{1,2}, Elena I. Zyblova^{1,2}, Ekaterina B. Orlova^{1,2}, Sariiia G. Gvindzhiia^{1,2}, Anastasia N. Popova^{1,2}, Vladimir A. Porhanov^{1,2}

¹ Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1, Krasnodar, Russian Federation

² Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

* Daria O. Kardailskaya, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1, ulitsa 1 Maya 167, Krasnodar, 350086, Russian Federation, k.daria2702@gmail.com

Received: September 7, 2023. Received in revised form: September 22, 2023. Accepted: October 4, 2023.

Abstract

Introduction: Lung cancer is one of the most common cancers in the world. Approximately 40% of all metastases make up brain metastases that occur in 3% of patients at early stages of lung cancer. Early diagnosis of brain metastases directly affects patients' survival and quality of life.

Objective: To study the role of contrast-enhanced magnetic resonance imaging (MRI) in detecting brain metastases at the outpatient stage in patients with newly diagnosed and histologically confirmed lung cancer and to compare the findings to that of computed tomography (CT).

Materials and methods: Our study was conducted at the premises of the Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1 (Krasnodar, Russian Federation) between November 2022 and January 2023. Seventy-five patients with histologically confirmed lung cancer underwent brain MRI on a Philips Panorama 1.0T MRI scanner and intravenous administration of Clariscan to detect metastatic lesions. As a diagnostic method, we used a "short" scanning protocol in T1-WI (TR: 450, TE: 15, slice thickness 5 mm), T2-WI (TR: 4533, TE: 100, slice thickness 5 mm) and DWI (TR: 3712, TE: 97, slice thickness 5 mm) modes in the axial plane, then the Clariscan contrast agent was injected intravenously at the rate of 0.2 ml per 1 kg of the patient's weight, after which the scan was repeated using 3D T1 (TR: 450, TE: 15, slice thickness 1 mm).

Results: The average age of the patients was 60 years. The majority of the participants were male. Of all the patients, the majority had central lung cancer (57.3%). During contrast-enhanced brain MRI, brain metastases that accumulated a contrast agent in 100% of cases were detected in 30 patients (40%) of the total number of patients. In 7% of the patients, there were non-metastatic findings undetected by prior contrast-enhanced CT, such as pontine cavernoma and venous malformations. After MRI for brain metastases, management strategies changed in 30 (40%) patients.

Discussion: Contrast-enhanced MRI is one of the most effective methods for diagnosing metastatic lesions. It allows to localize brain metastases and helps the clinician choose the most effective management strategy. The introduction of contrast-enhanced brain MRI into routine medical practice could improve the accuracy and quality of brain metastasis detection in patients with lung cancer.

Keywords: magnetic resonance imaging, computed tomography, lung cancer, metastases, contrast agent, brain

Cite this article as: Kardailskaya DO, Nosulia IG, Zyblova EI, et al. Role of contrast-enhanced MRI in diagnosing brain metastases in patients with lung cancer. *Innovative Medicine of Kuban*. 2023;8(4):74–81. <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2023-8-4-74-81>

Введение

Рак легкого – одно из самых распространенных в мировой популяции злокачественных новообразований. В случае рака легкого около 40% всех метастазов приходится на головной мозг, которые на ранних стадиях заболевания возникают примерно у 3% пациентов [1]. Не только своевременность, но и качество диагностики напрямую влияют на выживаемость больных и качество их жизни.

Выбор тактики лечения рака легкого зависит как от локализации первичной опухоли, так и от его распространенности. Метастатическое поражение головного мозга относят к IV стадии заболевания, согласно классификации TNM, что является противопоказанием к хирургическому лечению. В настоящее время в стандартный протокол обследования пациентов с раком легкого входит рентгенография и компьютерная томография (КТ) органов грудной клетки, включая КТ с внутривенным усилением. Для оценки регионарных лимфатических узлов и выявления отдаленных метастазов рекомендовано проведение ПЭТ/КТ всего тела. Метод магнитно-резонансной томографии (МРТ) в настоящее время

является одним из методов обнаружения метастазов головного мозга любой локализации, планирования лучевой терапии и мониторинга ответа на лечение. Однако МРТ на сегодняшний день менее доступна, чем КТ [2, 3].

В отечественных клинических рекомендациях по диагностике и лечению рака легкого от 2021 г. для определения стадии процесса и выявления отдаленных метастазов рака легкого в головном мозге пациентам необходимо проведение МРТ с внутривенным контрастированием. При невозможности проведения МРТ исследование может быть заменено на КТ с внутривенным усилением.

Количество и распространенность метастазов в головной мозг – важная информация, существенно влияющая на тактику ведения пациентов: при выявлении единичных метастазов головного мозга рекомендуется проведение локального лечения в виде оперативного удаления и/или стереотаксической радиотерапии/радиохирургии; в то время как при множественном метастатическом поражении головного мозга рекомендуется проведение лучевой терапии на весь объем головного мозга [4].

Чувствительность МРТ в обнаружении метастатического поражения головного мозга при раке легкого – 97,7%, специфичность – 100%. МРТ головного мозга превосходит КТ в обнаружении небольших (< 1 см) метастазов, поражений задней черепной ямки и множественных метастазов [5]. При этом чувствительность КТ в выявлении метастазов рака легкого составляет 92%, а специфичность – 99% [6].

Согласно европейским клиническим рекомендациям по диагностике и лечению рака легкого от 2019 г., проведение МРТ головного мозга на предмет выявления метастатического поражения необходимо всем пациентам с впервые диагностированным мелкоклеточным и немелкоклеточным раком легком, а также во время системного прогрессирования данных гистологических типов. При этом доказано, что хирургическое вмешательство и стереотаксическая лучевая терапия связаны с большей выживаемостью пациентов с одиночным метастазом в головной мозг по сравнению с проведением только лучевой терапии, добавление лучевой терапии после резекции одиночного метастаза в головной мозг связано с уменьшением числа местных рецидивов [7].

Обследование пациентов с раком легкого для выявления метастатического поражения головного мозга лучше проводить на амбулаторном этапе диагностического поиска, однако данный вид исследования не всегда доступен для пациентов.

В представленном исследовании изучалось изменение тактики ведения пациентов с раком легкого после выполнения МРТ головного мозга с контрастированием на амбулаторном этапе.

Цель исследования

Изучить роль МРТ с контрастированием на амбулаторном этапе у пациентов с впервые выявленным и гистологически подтвержденным раком легкого в выявлении метастатического поражения головного мозга. Сравнить полученные данные МРТ с предыдущим исследованием КТ.

Материалы и методы

Настоящее исследование было проведено на базе ГБУЗ «НИИ – Краевая клиническая больница №1 им. С.В. Очаповского» за период с ноября 2022 по январь 2023 г. 75 пациентов с гистологически подтвержденным раком легкого прошли диагностическое МРТ-исследование головного мозга с внутривенным введением препарата кларискан на предмет выявления метастатического поражения. Для демографических характеристик были собраны пол и возраст пациентов. Изучены клинические характеристики, тип новообразования, тактика ведения пациентов, предыдущие визуализационные исследования и переносимость исследования с контрасти-

рованием. От пациентов было получено письменное информированное согласие. В качестве диагностического метода использовали «короткий» протокол сканирования в режимах T1-ВИ (TR: 450, TE: 15, толщина среза 5 мм), T2-ВИ (TR: 4533, TE: 100, толщина среза 5 мм) и DWI (TR: 3712, TE: 97, толщина среза 5 мм) в аксиальной плоскости, далее внутривенно вводили контрастный препарат «Кларискан» из расчета 0,2 мл на 1 кг веса пациента, после чего повторяли сканирование в режиме 3D T1 (TR: 450, TE: 15, толщина среза 1 мм). При обнаружении патологических изменений в головном мозге пациента повторно сканировали на аппаратах с силой магнитного поля 1,5Т или 3Т по стандартному протоколу. После проведенных исследований изучали влияние данных МРТ на тактику ведения пациентов.

Результаты

В таблице представлены демографические и клинические характеристики пациентов, принимавших участие в данном исследовании. В целом среди обследуемых было 68% мужчин, средний возраст пациентов составил 60 лет. Показано, что из общего количества пациентов большая часть была с центральным раком легкого (57,3%). Что касается предыдущих визуализирующих обследований, у 15 пациентов в анамнезе проводилась КТ головного мозга в нативном виде. В данную группу вошли те, у кого была известна побочная реакция на препараты йода, пациенты без данных анализов на мочевины и креатинин, и пациенты с почечной недостаточностью. У 60 обследуемых было выполнено КТ головного мозга с контрастированием в рамках проведения исследования по протоколу онкопоиска.

При выполнении МРТ с контрастированием у 100% пациентов наблюдалось удовлетворительное самочувствие, патологических реакций на препарат не отмечалось.

Таблица
Демографические и клинические
характеристики обследуемых
Table

Demographic and clinical characteristics of the patients

Показатель	n = 75 (100%)
Пол	
Мужчины	51 (68%)
Женщины	24 (32%)
Средний возраст	60 лет
Тип новообразования	
Центральный рак	45 (60%)
Периферический рак	30 (40%)
Предыдущие визуализационные исследования	
КТ с контрастным усилением	60 (80%)
КТ в нативном виде	15 (20%)

На рисунке 1 показано также распределение пациентов по гистологическим типам опухоли. Преобладает наличие аденокарциномы легкого (54,7%), на втором месте – мелкоклеточный рак (16%). Из общих данных у 3-х пациентов (4%) на момент проведения исследования не осуществлялась морфологическая верификация выявленного новообразования.

При проведении диагностической МРТ головного мозга с контрастным усилением у 30 пациентов из общего количества обследуемых (40%) были

выявлены патологические изменения головного мозга метастатического характера, которые накапливали контрастный препарат в 100% случаев (рис. 2). У 53% из общего количества обследуемых вторичного поражения головного мозга выявлено не было.

При этом неврологическая симптоматика (в большей степени в виде головных болей и головокружения) наблюдалась у 50% пациентов с диагностированными на МРТ метастазами головного мозга.

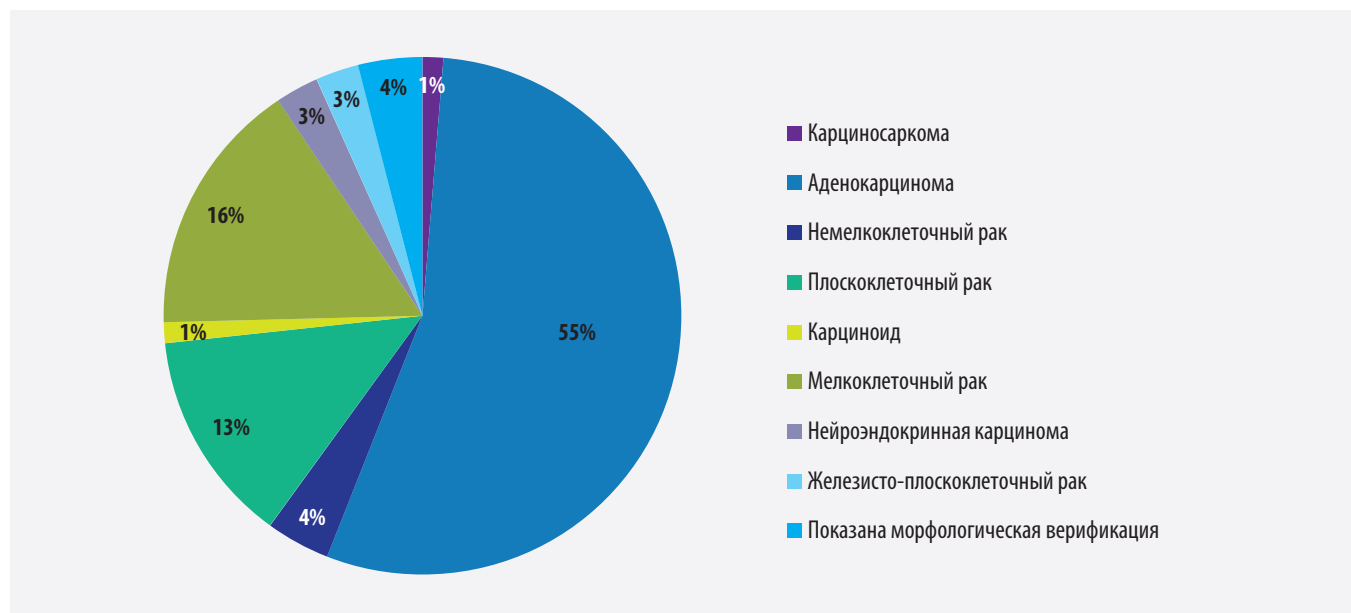


Рисунок 1. Распределение пациентов по гистологическим типам опухоли
Figure 1. Distribution of patients by histological subtypes of tumors

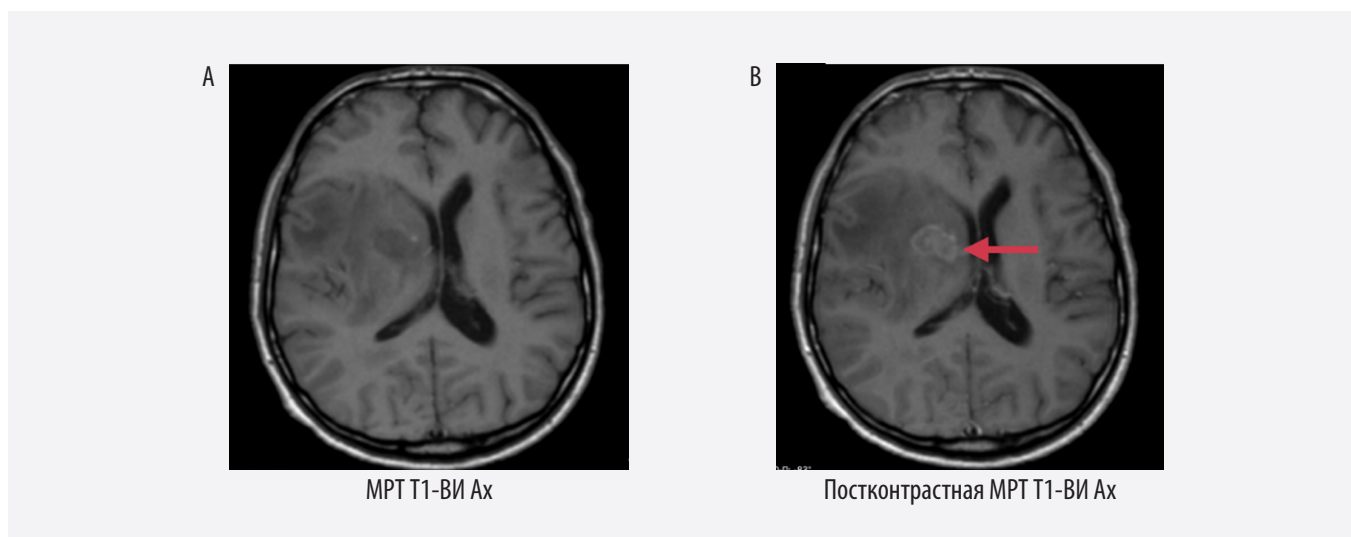


Рисунок 2. Пациент С., 51 год, центральный рак правого легкого (аденокарцинома). На КТ – зона отека без признаков накопления контрастного препарата. Доконтрастная МРТ T1-ВИ (А) – зона отека в правой гемисфере. Постконтрастная МРТ T1-ВИ (В) – объемное образование в правой подкорковой области. Для определения дальнейшей тактики ведения больной был направлен к нейрохирургу

Figure 2. Male patient S., 51 years old, central cancer of the right lung (adenocarcinoma). The CT scan shows an area of edema with no signs of contrast agent accumulation. Pre-contrast MRI T1WI (A): area of edema in the right hemisphere. Post-contrast MRI T1WI (B): a lesion in the right subcortical region. The patient was referred to a neurosurgeon to plan the further management

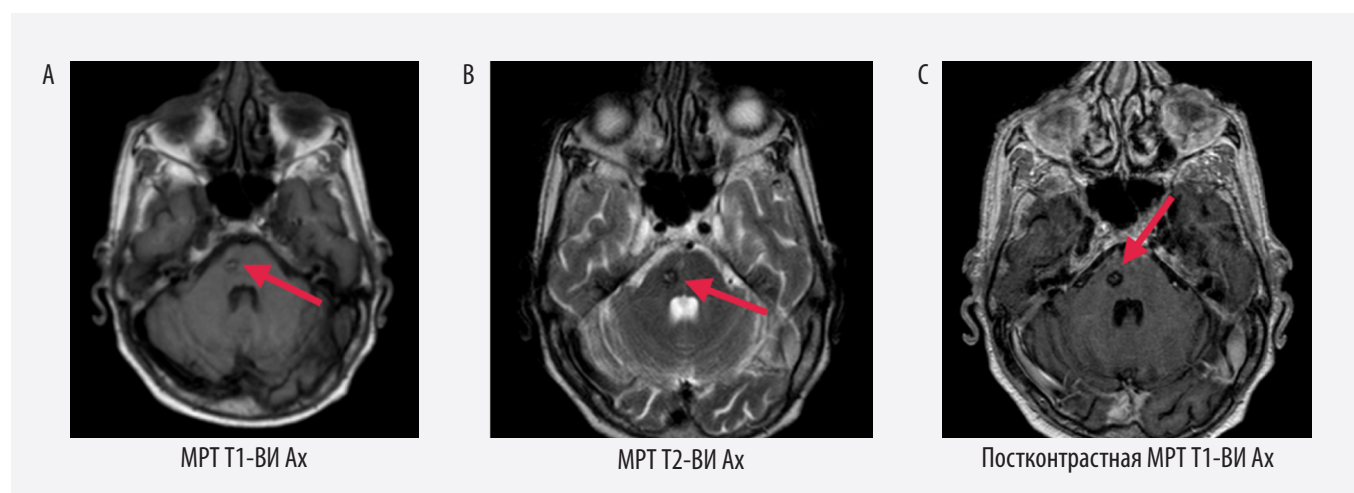


Рисунок 3. Пациент Г., 74 года, центральный рак правого легкого (аденокарцинома). На КТ с контрастированием – без патологии. Доконтрастная МРТ T1-ВИ (А), T2-ВИ (В) и постконтрастная МРТ T1-ВИ (С) в правой половине Варолиева моста очаговое образование, соответствующее каверноме

Figure 3. Male patient G., 74 years old, central cancer of the right lung (adenocarcinoma). The contrast-enhanced CT scan shows no pathology. Pre-contrast MRI T1WI (A), T2WI (B), and post-contrast MRI T1WI (C): there is a focal lesion corresponding to a cavernoma in the right half of the pons

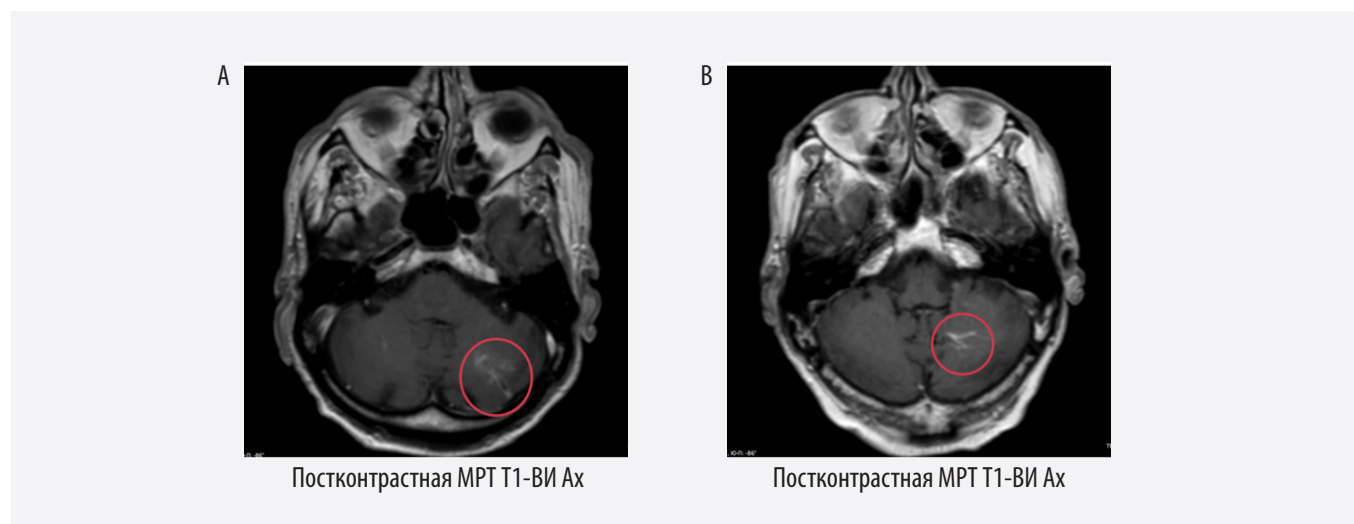


Рисунок 4. А – пациент Б., 66 лет, центральный рак правого легкого (мелкоклеточный рак). Имеется неврологическая симптоматика. КТ-сканы без патологии. В – пациент С., 63 года, центральный рак правого легкого (аденокарцинома). Неврологическая симптоматика отсутствует. КТ-сканы без патологии. На постконтрастной МРТ T1-ВИ – венозная мальформация левой гемисферы мозжечка

Figure 4. A: male patient B., 66 years old, central cancer of the right lung (small cell carcinoma). No neurological symptoms. The CT scans show no pathology. B: male patient S., 63 years old, central cancer of the right lung (adenocarcinoma). No neurological symptoms. The CT scans show no pathology. Post-contrast MRI T1WI shows a venous malformation of the left cerebellar hemisphere

Также у 7% пациентов были диагностированы следующие, отличные от метастатических, находки, которые не определялись при ранее проведенном КТ-исследовании с контрастным усилением. К таким патологиям относятся кавернома Варолиева моста (рис. 3) и венозные мальформации (рис. 4).

Большая часть обследованных пациентов (72%) уже прошла различные виды лечения (из них наибольшее

количество пациентов подверглись комбинированному лечению (хирургическое вмешательство с последующим проведением паллиативной химиотерапии (ПХТ) – 28%, у 20% в анамнезе было только проведение ПХТ, на третьем месте – только оперативное лечение (17%). После проведенной МР-диагностики метастатического поражения головного мозга поменялась тактика ведения у 30 (40%) пациентов (рис. 5, 6).

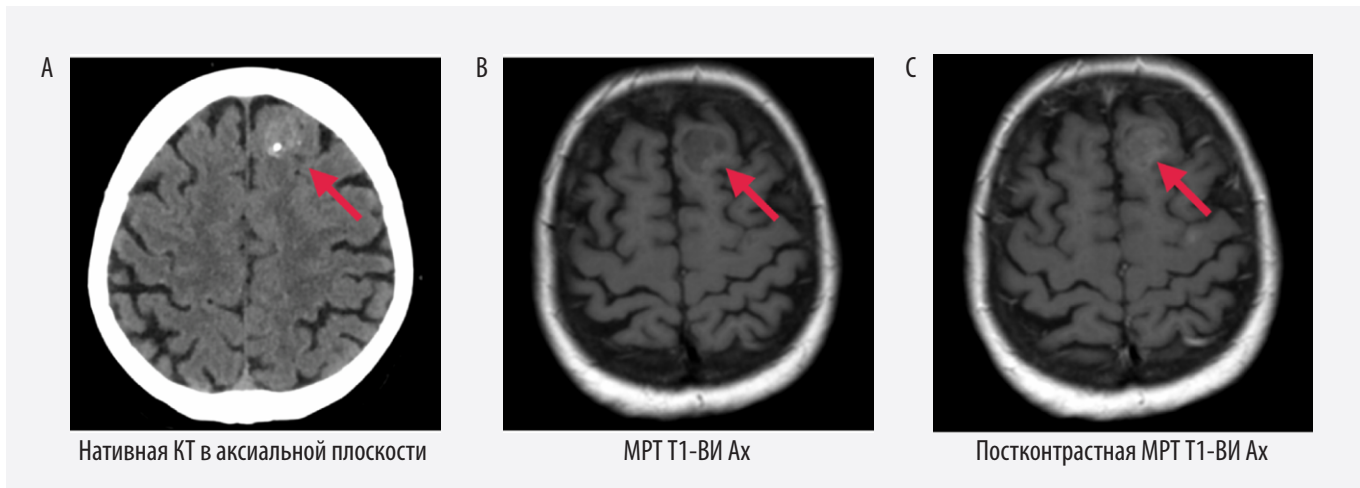


Рисунок 5. Больная М., 75 лет, гистологически аденокарцинома правого легкого. Аллергия на йод. КТ в нативном виде (А) – объемное образование левой лобной доли. Доконтрастная МРТ T1-ВИ (В) и постконтрастная МРТ T1-ВИ (С) – объемное образование, неравномерно накапливающее контрастный препарат. Больная была направлена на химиотерапию
 Figure 5. Female patient M., 75 years old, histologically confirmed adenocarcinoma of the right lung. Allergic to iodine. Non-contrast CT (A): a lesion of the left frontal lobe. Pre-contrast MRI T1WI (B) and post-contrast MRI T1WI (C): a lesion that unevenly accumulates the contrast agent. The patient was referred to chemotherapy

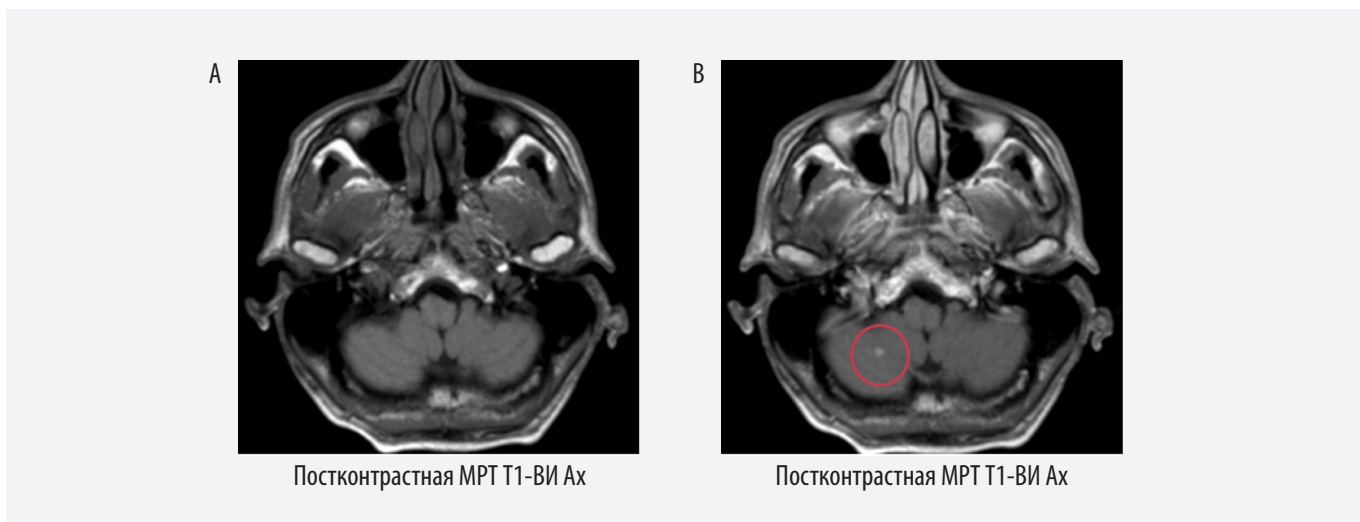


Рисунок 6. Пациент Т., 48 лет, центральный рак правого легкого (аденокарцинома). КТ с КУ – без патологии. Доконтрастная МРТ T1-ВИ (А) – без патологии. Постконтрастная МРТ T1-ВИ (В) в правой гемисфере мозжечка визуализируется очаг повышенного контрастирования, соответствующий вторичному поражению. После дообследования пациенту была назначена химиотерапия
 Figure 6. Male patient T., 48 years old, central cancer of the right lung (adenocarcinoma). Contrast-enhanced CT: no pathology. Pre-contrast MRI T1WI (A): no pathology. Post-contrast MRI T1WI (B) shows a focus of increased contrast enhancement in the right cerebellar hemisphere, corresponding to a metastasis. After further examination, the patient was prescribed chemotherapy

Обсуждение

МРТ с контрастным усилением является одним из наиболее эффективных методов диагностики метастатического поражения. Данный метод позволяет определить локализацию метастазов головного мозга и помогает выбрать врачу-клиницисту наиболее результативную тактику ведения пациента [8].

Применение диагностической МРТ с использованием контрастного препарата помогает не только

в первичной диагностике вторичного поражения головного мозга, но и в выявлении другой патологии, способной влиять на тактику ведения пациентов [9].

Применение КТ с контрастированием ограничено как непереносимостью препаратов йода и различной сопутствующей патологией, так и возможностью возникновения острых побочных эффектов. Современные контрастные вещества безопасны для использования и имеют низкую частоту побочных эффектов.

Ретроспективные исследования демонстрируют частоту серьезных побочных эффектов менее чем у 1% пациентов, подвергшихся воздействию различных внутривенных контрастных веществ [10]. Контрастные препараты на основе гадолиния, применяемые в МРТ диагностике, редко вызывают серьезные побочные эффекты: в ретроспективном исследовании более 21 тыс. пациентов, получавших гадолиний, только у 0,17% пациентов наблюдались побочные реакции [11]. Йодсодержащие контрастные препараты, используемые при КТ, также редко являются причиной аллергических реакций: по данным скрининга 36 920 КТ-исследований побочные реакции выявляются у 0,2% пациентов [12].

Внедрение диагностической МРТ головного мозга с контрастированием в рутинную врачебную практику способствует повышению точности и качества выявления метастатического поражения паренхимы головного мозга у онкобольных, что поможет в определении дальнейшей тактики ведения пациента и скажется на общей выживаемости онкобольных.

Выводы

В данном исследовании был проведен сравнительный анализ эффективности КТ и МРТ в выявлении метастатического поражения головного мозга у больных раком легкого. Несмотря на простые протоколы МРТ и КТ, магнитно-резонансная томография превалирует над КТ в частоте обнаружения патологии [13]. Использование МРТ головного мозга с контрастированием на этапе определения распространенности рака легкого имеет ряд преимуществ перед КТ с контрастированием и является более эффективным способом ранней диагностики метастатического поражения головного мозга, сопутствующей патологии и дифференциального диагноза выявленных изменений.

Вклад авторов

Концепция и дизайн исследования: Все авторы

Написание статьи: Д.О. Кардаильская, И.Г. Носуля, Е.И. Зяблова, Е.Б. Орлова, С.Г. Гвинджия, А.Н. Попова

Проведение статистического анализа: Д.О. Кардаильская, И.Г. Носуля, Е.И. Зяблова

Исправление статьи: Д.О. Кардаильская, И.Г. Носуля, Е.И. Зяблова

Утверждение окончательной версии: Е.И. Зяблова, В.А. Порханов

Author contributions

Concept and design: All authors

Manuscript writing: Kardailskaya, Nosulia, Zyablova, Orlova, Gvindzhia, Popova

Statistical analysis: Kardailskaya, Nosulia, Zyablova

Manuscript revising: Kardailskaya, Nosulia, Zyablova

Final approval of the version to be published: Zyablova, Porhanov

Литература/References

1. Azenha LF, Bertoglio P, Kestenholz P, et al. Role of pre-operative brain imaging in patients with NSCLC stage I: a retrospective, multicenter analysis. *Cancers (Basel)*. 2022;14(10):2419. PMID: 35626022. PMCID: PMC9140138. <https://doi.org/10.3390/cancers14102419>
2. Jünger ST, Hoyer UCI, Schaufler D, et al. Fully automated MR detection and segmentation of brain metastases in non-small cell lung cancer using deep learning. *J Magn Reson Imaging*. 2021;54(5):1608–1622. PMID: 34032344. <https://doi.org/10.1002/jmri.27741>
3. Moon WJ, Cho YA, Hahn S, Son HM, Woo SK, Lee YH. The pattern of use, effectiveness, and safety of gadoteric acid (Clariscan) in patients undergoing contrast-enhanced magnetic resonance imaging: a prospective, multicenter, observational study. *Contrast Media Mol Imaging*. 2021;2021:4764348. PMID: 34803545. PMCID: PMC8572637. <https://doi.org/10.1155/2021/4764348>
4. Общероссийский национальный союз «Ассоциация онкологов России», Общероссийская общественная организация «Российское общество клинической онкологии». Клинические рекомендации «Злокачественное новообразование бронхов и легкого» (2021). Министерство здравоохранения Российской Федерации. Дата обращения: 02.05.2023. <https://oncology-association.ru/wp-content/uploads/2021/02/rak-legkogo-2021.pdf>
- Association of Oncologists of Russia, Russian Society of Clinical Oncology. Clinical Guidelines. Malignant Neoplasm of the Bronchus and Lung (2021). Ministry of Health of the Russian Federation. Accessed May 2, 2023. (In Russ.). <https://oncology-association.ru/wp-content/uploads/2021/02/rak-legkogo-2021.pdf>
5. Zhuge L, Huang Y, Wang S, et al. Preoperative brain MRI for clinical stage IA lung cancer: is routine scanning rational?. *J Cancer Res Clin Oncol*. 2019;145(2):503–509. PMID: 30536037. PMCID: PMC6373267. <https://doi.org/10.1007/s00432-018-2814-2>
6. Khosla A. Brain Metastasis Imaging. Medscape. Updated August 24, 2022. Accessed May 2, 2023. <https://emedicine.medscape.com/article/338239-overview#a1>
7. Princess Margaret Cancer Centre Clinical Practice Guidelines. Central Nervous System, Brain Metastases. Princess Margaret Cancer Centre; 2019. Accessed May 2, 2023. https://www.uhn.ca/PrincessMargaret/Health_Professionals/Programs_Departments/Documents/CPG_CNS_BrainMetastases.pdf
8. Heshmatzadeh Behzadi A, McDonald J. Gadolinium-based contrast agents for imaging of the central nervous system: a multicenter European prospective study. *Medicine (Baltimore)*. 2022;101(34):e30163. PMID: 36042629. PMCID: PMC9410688. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000030163>
9. Sui L, Chang S, Xue L, et al. Deep learning based on enhanced MRI T1 imaging to differentiate small-cell and non-small-cell primary lung cancers in patients with brain metastases. *Curr Med Imaging*. 2023;19(13):1541–1548. PMID: 36717988. <https://doi.org/10.2174/1573405619666230130124408>
10. Huynh K, Baghdanian AH, Baghdanian AA, Sun DS, Kolli KP, Zagoria RJ. Updated guidelines for intravenous contrast use for CT and MRI. *Emerg Radiol*. 2020;27(2):115–126. PMID: 31925592. <https://doi.org/10.1007/s10140-020-01751-y>
11. Murphy KJ, Brunberg JA, Cohan RH. Adverse reactions to gadolinium contrast media: a review of 36 cases. *AJR Am J Roentgenol*. 1996;167(4):847–849. PMID: 8819369. <https://doi.org/10.2214/ajr.167.4.8819369>
12. Talmon A, Tal Y, Moss J, et al. Clinical impact of allergy and pre-medication in CT studies with low-osmolality intravenous iodinated contrast media. *Clin Radiol*. 2022;77(3):210–215. PMID: 34973806. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2021.12.009>

13. Vitali P, Savoldi F, Segati F, et al. MRI versus CT in the detection of brain lesions in patients with infective endocarditis before or after cardiac surgery. *Neuroradiology*. 2022;64(5):905–913. PMID: 34647143. PMCID: PMC9005423. <https://doi.org/10.1007/s00234-021-02810-y>

Сведения об авторах

Кардаильская Дарья Олеговна, врач-рентгенолог, Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского; ассистент кафедры лучевой диагностики № 2, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-4725-4345>

Носуля Ирина Григорьевна, врач-рентгенолог, Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского; ассистент кафедры лучевой диагностики № 2, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-0572-2075>

Зяблова Елена Игоревна, к. м. н., заведующая рентгеновским отделением, Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского; доцент кафедры лучевой диагностики, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-6845-5613>

Орлова Екатерина Борисовна, врач-рентгенолог, Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского; ассистент кафедры лучевой диагностики № 2, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0009-0003-3602-5197>

Гвинджия Сария Гурамовна, врач-рентгенолог, Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского; ассистент кафедры лучевой диагностики № 2, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0009-0000-3865-1421>

Попова Анастасия Николаевна, врач-рентгенолог, Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского; ассистент кафедры лучевой диагностики № 2, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0009-0007-9695-9732>

Порханов Владимир Алексеевич, академик РАН, профессор, д. м. н., главный врач, Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского; заведующий кафедрой онкологии с кур-

сом торакальной хирургии, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0003-0572-1395>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author credentials

Daria O. Kardailskaya, Radiologist, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1; Assistant Professor at Diagnostic Radiology Department No. 2, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-4725-4345>

Irina G. Nosulia, Radiologist, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1; Assistant Professor at Diagnostic Radiology Department No. 2, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-0572-2075>

Elena I. Zyblovа, Cand. Sci. (Med.), Head of the Radiology Unit, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1; Associate Professor at the Diagnostic Radiology Department, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-6845-5613>

Ekaterina B. Orlova, Radiologist, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1; Assistant Professor at Diagnostic Radiology Department No. 2, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0009-0003-3602-5197>

Sariia G. Gvindzhia, Radiologist, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1; Assistant Professor at Diagnostic Radiology Department No. 2, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0009-0000-3865-1421>

Anastasia N. Popova, Radiologist, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1; Assistant Professor at Diagnostic Radiology Department No. 2, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0009-0007-9695-9732>

Vladimir A. Porhanov, Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Med.), Professor, Chief Physician, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1; Head of the Oncology Department with the Thoracic Surgery Course, Faculty of Continuing Professional Development and Retraining, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0003-0572-1395>

Conflict of interest: none declared.