

© Team of authors, 2023 / © Коллектив авторов, 2023

The Utility of Radiation Imaging during the Treatment of Head and Neck Tumors with Neoadjuvant Chemotherapy

V.D. Volodina ¹, I.V. Reshetov ^{1,2}, N.S. Serova ¹, Yu.S. Romanko ^{1,2}

¹I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

²Academy of Postgraduate Education under Federal Research and Clinical Center of Specialized Medical Care and Medical Technologies of the FMBA of Russia, Moscow, Russia

Contacts: Volodina Viktoria Dmitrievna – e-mail: dr.volodinavd.rg@gmail.com

Оценка информативности лучевых методов исследования при лечении опухолей головы и шеи с использованием неoadъювантной химиотерапии

В.Д. Володина ¹, И.В. Решетов ^{1,2}, Н.С. Серова ¹, Ю.С. Романко ^{1,2}

¹ФГАУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава РФ, Москва, Россия

²Академия постдипломного образования ФГБУ ФНКЦ ФМБА России, Москва, Россия

Контакты: Володина Виктория Дмитриевна – e-mail: dr.volodinavd.rg@gmail.com

放射成像是头颈部肿瘤新辅助化疗中的应用

V.D. Volodina ¹, I.V. Reshetov ^{1,2}, N.S. Serova ¹, Yu.S. Romanko ^{1,2}

¹I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

²Academy of Postgraduate Education under Federal Research and Clinical Center of Specialized Medical Care and Medical Technologies of the FMBA of Russia, Moscow, Russia

通讯作者: Volodina Viktoria Dmitrievna – e-mail: dr.volodinavd.rg@gmail.com

Doi: 10.25792/HN.2023.11.2.75–80

Head and neck cancer ranks 6th–7th in incidence among all cancers worldwide. In 90–95% of cases, head and neck cancer is presented by squamous cell carcinoma of various degrees of differentiation. The mean age at the time of diagnosis is approximately 60 years. Nowadays, chemotherapy plays a key role in the treatment of malignant tumors of oral cavity and pharynx and can be used both as part of chemoradiotherapy (neoadjuvant chemotherapy followed by radiotherapy or concomitant chemoradiotherapy) and as an independent treatment option for recurrent, unresectable disease and regional metastasis. Neoadjuvant chemotherapy is a form of medical treatment applied before surgery or radiotherapy and is one of the most promising treatment options for oral and oropharyngeal cancer. Currently, the criteria for neoadjuvant chemotherapy response assessment with radiation imaging are not well-defined. The article analyzes the current data on the use of radiation diagnostic methods in assessing the effectiveness of neoadjuvant chemotherapy.

Key words: head and neck tumors, squamous cell carcinoma, neoadjuvant chemotherapy, radiation diagnostics, computed tomography, magnetic resonance imaging, ultrasound, diagnostics

Conflicts of interest. The authors have no conflicts of interest to declare.

Funding. There was no funding for this study

For citation: Volodina V.D., Reshetov I.V., Serova N.S., Romanko Yu.S. The Utility of Radiation Imaging during the Treatment of Head and Neck Tumors with Neoadjuvant Chemotherapy. *Head and neck. Russian Journal.* 2023;11(2):75–80

The authors are responsible for the originality of the data presented and the possibility of publishing illustrative material – tables, drawings, photographs of patients.

Рак органов головы и шеи занимает 6–7-е место по распространенности среди всех злокачественных новообразований в мире. В 90–95% случаев выявляется плоскоклеточный рак различной степени дифференцировки. При этом больные, как правило, трудоспособны, средний возраст составляет около 60 лет. На сегодняшний день одну из ключевых ролей в лечении злокачественных опухолей полости рта и ротоглотки играет химиотерапия, которая может применяться как в качестве комбинированного химиолучевого лечения (неoadъювантная химиотерапия с последующей лучевой терапией и одновременная химиолучевая терапия), так и в качестве самостоятельного метода лечения рецидивных, нерезектабельных форм рака и регионарных метастазов. Неoadъювантная химиотерапия представляет собой

проведение химиотерапевтического этапа лечения до основного лечения (хирургического или лучевого) и является одним из основных и наиболее перспективных направлений химиотерапевтического лечения злокачественных новообразований полости рта и ротоглотки, при этом вопрос оценки эффективности неoadъювантной химиотерапии является мало изученным. В статье проведен анализ существующих на сегодняшний день публикаций по использованию лучевых методов диагностики в оценке эффективности неoadъювантной химиотерапии.

Ключевые слова: опухоли головы и шеи, плоскоклеточный рак, неoadъювантная химиотерапия, лучевая диагностика, компьютерная томография, магнитно-резонансная томография, ультразвуковое исследование, радиоизотопная диагностика

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Работа выполнена без спонсорской поддержки.

Для цитирования: Володина В.Д., Решетов И.В., Серова Н.С., Романко Ю.С. Оценка информативности лучевых методов исследования при лечении опухолей головы и шеи с использованием неoadъювантной химиотерапии. *Head and neck. Голова и шея. Российский журнал.* 2023;11(2):75–80

Авторы несут ответственность за оригинальность представленных данных и возможность публикации иллюстративного материала – таблиц, рисунков, фотографий пациентов

头颈部癌症的发病率在全球所有癌症中排名第六至第七。在90–95%的病例中，头颈部癌症表现为不同分化程度的鳞状细胞癌。诊断时的平均年龄约为60岁。如今，化疗在口腔和咽部恶性肿瘤的治疗中发挥着关键作用，既可以作为放疗的一部分（新辅助化疗后放疗或联合放疗），也可以作为复发性、不可切除性疾病和区域转移的独立治疗选择。新辅助化疗是一种在手术或放疗前应用的药物治疗形式，是口腔和口咽癌最有希望的治疗选择之一。目前，用放射成像评估新辅助化疗反应的标准尚不明确。本文分析了目前使用放射诊断方法评估新辅助化疗有效性的数据。

关键词：头颈部肿瘤、鳞状细胞癌、新辅助化疗、放射诊断、计算机断层扫描、磁共振成像、超声、诊断

利益冲突：作者没有利益冲突需要声明。

基金：这项研究没有资金。

引用 **Volodina V.D., Reshetov I.V., Serova N.S., Romanko Yu.S. The Utility of Radiation Imaging during the Treatment of Head and Neck Tumors with Neoadjuvant Chemotherapy. *Head and neck. Russian Journal.* 2023;11(2):75–80**

作者负责所提供数据的独创性，以及发布说明性材料的可能性——表格、图纸、患者照片。

Рак органов головы и шеи занимает 6–7-е место по распространенности среди всех злокачественных новообразований в мире. В 90–95% случаев выявляется плоскоклеточный рак различной степени дифференцировки [1–4]. При этом больные, как правило, трудоспособны – средний возраст составляет около 60 лет [1, 5].

На сегодняшний день одну из ключевых ролей в лечении злокачественных опухолей полости рта и ротоглотки играет химиотерапия (ХТ), которая может применяться как в качестве комбинированного химиолучевого лечения (неoadъювантная ХТ с последующей лучевой терапией и одновременная химиолучевая терапия), так и в качестве самостоятельного метода лечения рецидивных, нерезектабельных форм рака и регионарных метастазов [6–9].

Неoadъювантная ХТ представляет собой проведение химиотерапевтического этапа лечения до основного лечения (хирургического или лучевого) и является одним из основных и наиболее перспективных направлений химиотерапевтического лечения злокачественных новообразований полости рта и ротоглотки, при этом вопрос оценки эффективности неoadъювантной ХТ является мало изученным [10, 11].

Важнейшим аспектом в лечении злокачественных опухолей головы и шеи является оценка эффективности лечения, в т.ч. и химиотерапевтического, которая осуществляется по следующим критериям: ответ опухоли, токсичность и наличие побочных эффектов на лечение и выживаемость пациентов. Ответ на лечение может проявляться в виде полной или частичной регрессии, продолженного роста и стабилизации [12].

Несмотря на общепринятые критерии оценки опухолевого ответа, наиболее сложным аспектом является интерпретация данных диагностических методов с целью определения дальнейшей тактики лечения. Ориентиром для оценки эффекта лечения могут служить международные критерии оценки ответа солидных опухолей на терапию RECIST (Response Evaluation Criteria in Solid Tumors) последняя версия 1.1. 2016 г., разработанные исходно для клинических исследований и основанные на определении размера опухоли методами лучевой диагностики, таких как: мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) и магнитно-резонансную томографию (МРТ), а также критерии ВОЗ [13]. Критерии RECIST 1.1, разработанные Национальным институтом рака и EORTC (European Organisation for Research and Treatment of Cancer), определяют частичный ответ как умень-

шение наибольшего диаметра опухоли на 30%. Для округлых опухолей этот показатель эквивалентен уменьшению на 50% [14]. На практике для оценки эффективности лечения допустимо применение методов ультразвуковой диагностики, рентгенографии, эндоскопии и объективного физикального обследования. Для получения достоверных данных о динамике процесса необходимо использовать один и тот же диагностический метод, выбранный до начала терапии и позволяющий качественно визуализировать опухолевые очаги, с подробным описанием выявленных изменений в процессе лечения [12].

Исторически, эффективность результата лечения солидных опухолей оценивалась исключительно по уменьшению размера опухоли. В дальнейшем учитывалось уменьшение размера опухоли более чем на 25% от исходной величины, позже было введено понятие полной (полное исчезновение опухоли) и частичной (уменьшение размера опухоли на 50% и более) регрессии. С течением времени стали учитывать не только факт получения эффекта, но и его длительность.

Возможности применения МСКТ и МРТ в оценке эффективности ХТ лечения опухолей головы и шеи

В современной практике МСКТ и МРТ являются основными методами визуализации для оценки опухолевого ответа на [15–17]. Для оценки эффективности лечения оба этих метода используют морфометрические параметры (изменение размеров опухоли), а такие методы диагностики, как диффузионно-взвешенная МРТ (ДВ-МРТ), перфузионная компьютерная томография (ПКТ) и МРТ-перфузия позволяют оценить не только динамику размеров опухоли, но и функциональный ответ на лечение, который проявляется в виде изменения кровотока и метаболических процессов в опухоли, тем самым позволяя оценить эффективность лечения еще до уменьшения размеров опухоли [18]. Это не только может служить прогностическим фактором эффективности, но также может позволить адаптировать окончательный план лечения в то время, когда это еще возможно [19].

Важнейшим параметром оценки первичного состояния опухоли и ее динамики в результате лечения является степень инвазии в окружающие здоровые ткани [20, 21]. МСКТ позволяет выявить инвазию опухоли в костные структуры эффективнее, чем МРТ, МРТ же в свою очередь лучше подходит для диагностики прорастания опухоли в мягкотканые структуры, однако может быть полезна и при оценке вовлеченности в патологический процесс костной ткани (так, МРТ лучше, чем МСКТ позволяет оценить инвазию в костный мозг) [20, 22]. Определение степени инвазии в костные структуры является особенно важным при лечении злокачественных опухолей полости носа, околоносовых синусов и полости рта, где имеется тесная связь слизистой оболочки с подлежащей костной тканью, а инвазия в костные структуры не только определяет стадию опухолевого процесса, но и влияет на прогноз заболевания, выбор тактики и эффективность лечения.

Возможности применения ДВ-МРТ в оценке эффективности лечения опухолей головы и шеи

ДВ-МРТ является методом выявления ранних изменений в опухоли после лечения [27–29]. ДВ-МРТ не позволяет оце-

нить перфузию и истинный эффект, связанный с диффузией [30]. Визуализация интравоксельного некогерентного движения (IVIM) характеризуется тремя параметрами: чистым коэффициентом диффузии, объемной долей микрососудов и связанной с перфузией некогерентной микроциркуляцией. Параметры, полученные на основе IVIM, могут более точно охарактеризовать фактический статус диффузии в опухолях, чем ДВ-МРТ, поскольку они обеспечивают измерения как перфузии, так и истинной диффузии. В недавнем исследовании W. Guo и соавт. измерения IVIM были выполнены до и после 2 циклов индукционной ХТ паклитакселом и цисплатином у 28 пациентов с далеко зашедшей стадией рака глотки. Ответ классифицировали в соответствии с RECIST через 3 недели после второго цикла индукционной ХТ с помощью стандартной МРТ. Измеряемый коэффициент диффузии (ИКД карты) после лечения и коэффициент чистой диффузии были значительно выше у пациентов, отвечающих на терапию, в то время как связанная с перфузией некогерентная микроциркуляция была у них значительно ниже, а объемная доля микрососудов существенно не различалась. Изменения (между предварительным лечением и 3 неделями после индукционной ХТ) на ИКД картах чистого коэффициента диффузии и связанной с перфузией некогерентной микроциркуляции были значительно выше у пациентов, ответивших на лечение, а доля объема микрососудов – нет [31]. ДВ-МРТ рассматривается перспективной последовательностью с целью оценки опухолевого ответа на лечение, но для возможного внедрения в клиническую практику необходимы дальнейшие исследования с использованием стандартизированного протокола [29].

Применение КТ-перфузии и МРТ-перфузии при объемных образованиях

Перфузионная КТ – метод визуализации, который может оценивать такие параметры в опухоли, как средняя скорость кровотока, объем кровотока, среднее время прохождения и произведение площади поверхности проницаемости капилляров. Для измерения перфузии с помощью КТ можно использовать несколько алгоритмов [32]. D. Gandhi и соавт. исследовали, коррелируют ли эти параметры перфузии КТ с ответом на индукционную ХТ, и сравнивали эти данные с результатами эндоскопии. У 9 пациентов с распространенным раком головы и шеи уменьшение объема крови более 20% при КТ-перфузии через 3 недели после 1 цикла индукционной ХТ (цисплатин и 5-фторурацил) показало существенную корреляцию с клиническим ответом (уменьшение объема опухоли на 50% и более), что подтверждалось данными эндоскопии. Корреляция между снижением ($\geq 20\%$) кровотока, снижением ($\geq 20\%$) проницаемости капилляров и увеличением ($\geq 20\%$) среднего времени прохождения и клинического ответа была удовлетворительной. Основываясь на этих результатах, авторы предположили, что параметры перфузии КТ могут потенциально заменить инвазивные диагностические процедуры в качестве предиктора ответа опухоли [33].

G. Petralia и соавт. обнаружили корреляцию между снижением кровотока и объема крови на перфузионной КТ и уменьшением объема опухоли у 20 пациентов с запущенной стадией рака головы и шеи после 2 курсов цисплатина и 5-фторурацила в качестве индукционной ХТ [34].

При применении перфузионной МРТ используются следующие параметры: константа переноса, объем внесосудистого внеклеточного пространства на единицу объема ткани, началь-

ная площадь под кривой гадолиния (IAUGC60) и усиливающая фракция. С. Powell и соавт. сообщили о значительном падении константы переноса константы переноса и IAUGC60 после ХТ [35]. Имеющиеся данные свидетельствуют о перспективности данных методов, однако имеющихся данных недостаточно для более подробного анализа [32].

Возможности применения позитронно-эмиссионной томографии в оценке эффективности ХТ лечения опухолей головы и шеи

Позитронно-эмиссионная томография, совмещенная с компьютерной томографией (ПЭТ-КТ), преимущественно является методом количественной оценки опухолевого ответа на лечение и зависит от количества живых опухолевых клеток и накопления 18F-фтордезоксиглюкозы (18F-ФДГ). Несмотря на это данный метод имеет множество различных показателей, таких как standardized uptake value (SUV), отношение удельной радиоактивности в измеряемой области интереса (ROI) к общей введенной удельной радиоактивности, позволяющих оценить ранний ответ на лечение. Тем не менее данный метод является лишь дополнением к традиционной МСКТ, результаты которой являются основополагающими по критериям RECIST 1.1. Полный ответ с помощью ПЭТ-КТ определяется тогда, когда отмечается полное отсутствие накопления 18F-ФДГ. Функциональная визуализация с использованием 18F-ФДГ-ПЭТ является многообещающей, но внедрение в рутинную клиническую практику ограничено из-за вариабельности результатов исследования и отсутствия единых протоколов исследования [23–26].

В работах Р.В. Зельчана и соавт., посвященных однофотонной эмиссионной томографии (ОФЭКТ), были продемонстрированы возможности данного метода в оценке эффективности неoadьювантной ХТ. При этом наиболее информативным полуколичественным показателем определения результатов лечения является динамика индекса опухоль/подчелюстная слюнная железа (о/п) [36].

Ультразвуковая диагностика злокачественных опухолей головы и шеи имеет определенные преимущества ввиду своей неинвазивности и безопасности. По данным ряда авторов, вышеуказанный метод обладает высокой чувствительностью в диагностике опухолей языка, локализованных преимущественно в его передних отделах. Что же касается оценки эффективности лечения, то ультразвуковое исследование позволяет оценить динамику размера опухоли, и оценить состояние регионарных лимфоузлов [37].

Таким образом, несмотря на обилие неинвазивных методов, имеющих данных недостаточно для создания единого протокола диагностики с целью оценки эффективности ХТ. Традиционные МСКТ и МРТ позволяют оценить лишь уменьшение объема опухолевой ткани, в то время как перфузионные КТ и МРТ и ДВ-МРТ позволяют оценить метаболические, перфузионные и биологические изменения в опухоли, тем самым повысить эффективность и оптимизировать алгоритм химиотерапевтического лечения, однако для этого требуется выработка единых протоколов диагностики.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Siegal R., Miller K.D., Jemal A. *Cancer statistics, 2012*. *Ca Cancer J Clin.* 2014;64(1):9–29.

- Cohen N, Fedewa S, Chen AY. *Epidemiology and demographics of the head and neck cancer population*. *Oral Maxillofac. Surg. Clin.* 2018;30(4):381–95.
- Гаврилюк Д.В., Авдеенко М.В., Зуков Р.А., Чижевская С.Ю. Сложный клинический случай диагностики рака гортани. *Сибирский онкологический журнал*. 2016;15(5):99–103. <https://doi.org/10.21294/1814-4861-2016-15-5-15-22>. [Gavrilyuk D.V., Avdeenko M.V., Zukov R.A., Chizhevskaya S.Yu. *A case report of difficult diagnosis in the patient with laryngeal cancer*. *Sibirsky Onkologicheskyy Zhurnal*. 2016;15(5):99–103 (In Russ.)].
- Стукань А.И., Порханов В.А., Бодня В.Н. Клиническая значимость P16-позитивного статуса и высокой пролиферативной активности у пациентов с орофарингеальной плоскоклеточной карциномой. *Сибирский онкологический журнал*. 2020;19(2):41–8. <https://doi.org/10.21294/1814-4861-2020-19-2-41-48>. [Stukan A.I., Porkhanov V.A., Bodnya V.N. *Clinical significance of P16-positive status and high index of proliferative activity in patients with oropharyngeal squamous cell carcinoma*. *Sibirsky Onkologicheskyy Zhurnal*. 2020;19(2):41–8. (In Russ.)].
- Huang S.H., O'Sullivan B. *Overview of the 8th edition TNM classification for head and neck cancer*. *Curr. Treatment Option. Oncol.* 2017;18(7):1–3.
- Болотина Л.В., Владимиров Л.Ю., Денгина Н.В. и др. Практические рекомендации по лечению злокачественных опухолей головы и шеи. *Злокачественные опухоли*. 2021;10(3s2–1):93–108. [Bolotina L.V., Vladimirova L.Y., Dengina N.V., et al. *Practical recommendations for treatment of malignant tumors of head and neck*. *Zlokač. opuholi*. 2021;10(3c2–1):93–108 (In Russ.)].
- Gau M., Karabajakian A., Reverdy T., et al. *Induction chemotherapy in head and neck cancers: results and controversies*. *Oral Oncol.* 2019;95:164–9.
- Guidi A., Codecà C., Ferrari D. *Chemotherapy and immunotherapy for recurrent and metastatic head and neck cancer: a systematic review*. *Med. Oncol.* 2018;35(3):1–2.
- Guigay J., Le Caer H., Ortholan C., et al. *Treatment of inoperable elderly head and neck cancer patients*. *Curr. Opin. Oncol.* 2019;31(3):152–9.
- Li C., Zhao Z., Zhou J., et al. *Relationship between the TERT, TNIP1 and OBFC1 genetic polymorphisms and susceptibility to colorectal cancer in Chinese Han population*. *Oncotarget*. 2017;8(34): 18707–14.
- Kim D., Li R. *Contemporary treatment of locally advanced oral cancer*. *Curr. Treatment Options Oncol.* 2019;20(4):1–9.
- Тракин А.А., Бесова Н.С., Волков Н.М. и др. Практические рекомендации по общим принципам проведения противоопухолевой лекарственной терапии. *Злокачественные опухоли*. 2021;10(3s2–1):26–39. [Tryakin A.A., Besova N.S., Volkov N.M., et al. *Practical recommendations on general principles of antitumor drug therapy*. *Zlokač. opuholi*. 2021;10(3c2–1):26–39 (In Russ.)].
- Schwartz L.H., Litière S., De Vries E., et al. *RECIST 1.1 – Update and clarification: From the RECIST committee*. *Eur. J. Cancer*. 2016;62:132–7.
- Rompe J.D., Kirkpatrick C.J., Küllmer K., et al. *Dose-related effects of shock waves on rabbit tendo Achillis: a sonographic and histological study*. *J. Bone Joint Surg. British volume*. 1998;80(3):546–52.
- Seeburg D.P., Baer A.H., Aygun N. *Imaging of Patients with Head and Neck Cancer*. *Oral Maxillofac. Surg. Clin. North Am.* 2018;30(4):421–33.
- Gödény M., Remenár É., Takácsi-Nagy Z., et al. *Role of MRI and CT in the evaluation of postirradiation status and complications in head and neck cancer*. *Magy. Onkol.* 2018;62(3):159–73.
- Kim J.H., Choi K.Y., Lee S.H., et al. *The value of CT, MRI, and PET-CT in detecting retropharyngeal lymph node metastasis of head and neck squamous cell carcinoma*. *BMC. Med. Imaging*. 2020;20(1):1–8.
- Vollenbrock S.E., Voncken F.E.M., Lambregts D.M.J., et al. *Clinical response assessment on DW-MRI compared with FDG-PET/CT after neoadjuvant chemoradiotherapy in patients with oesophageal cancer*. *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging*. 2021;48(1):176–85.

19. de Bree R., Wolf G.T., de Keizer B., et al. Response assessment after induction chemotherapy for head and neck squamous cell carcinoma: From physical examination to modern imaging techniques and beyond. *Head Neck*. 2017;39(11):2329–49.
20. Rumboldt Z., Day T.A., Michel M. Imaging of oral cavity cancer. *Oral Oncol*. 2006;42(9):854–65.
21. Badger D., Aygun N. Imaging of Perineural Spread in Head and Neck Cancer. *Radiol. Clin. North Am.* 2017;55(1):139–49.
22. Curtin H.D. Detection of perineural spread: fat suppression versus no fat suppression. *AJNR. Am. J. Neuroradiol.* 2004;25(1):1–3.
23. Boellaard R. Need for standardization of 18F-FDG PET/CT for treatment response assessments. *J. Nucl. Med.* 2011;52(Suppl. 2): S 93–100.
24. Dejaco D., Uprimny C., Widmann G., et al. Response evaluation of cervical lymph nodes after chemoradiation in patients with head and neck cancer – does additional [18F]FDG-PET-CT help? *Cancer Imaging*. 2020;20(1):69.
25. Mehanna H., McConkey C.C., Rahman J.K., et al. PET-NECK: a multicentre randomised Phase III non-inferiority trial comparing a positron emission tomography-computerised tomography-guided watch-and-wait policy with planned neck dissection in the management of locally advanced (N2/N3) nodal metastases in. *Health Technol. Assess. (Rockv.)*. 2017;21(17):1–122.
26. Fatehi K.S., Thiagarajan S., Dhar H., et al. Utility of response assessment PET-CT to predict residual disease in neck nodes: A comparison with the Histopathology. *Auris Nasus Larynx*. 2019;46(4):599–604.
27. Freihat O., Pinter T., Kedves A., et al. Diffusion-Weighted Imaging (DWI) derived from PET/MRI for lymph node assessment in patients with Head and Neck Squamous Cell Carcinoma (HNSCC). *Cancer Imaging*. 2020;20(1):56.
28. Martens R.M., Koopman T., Lavini C., et al. Multiparametric functional MRI and 18F-FDG-PET for survival prediction in patients with head and neck squamous cell carcinoma treated with (chemo)radiation. *Eur. Radiol*. 2021;31(2):616–28.
29. Connolly M., Srinivasan A. Diffusion-Weighted Imaging in Head and Neck Cancer. *Magn. Reson. Imaging Clin. N. Am.* 2018;26(1):121–33.
30. Berrak S., Chawla S., Kim S., et al. Diffusion Weighted Imaging in Predicting Progression Free Survival in Patients with Squamous Cell Carcinomas of the Head and Neck Treated with Induction Chemotherapy. *Acad. Radiol*. 2011;18(10):1225–32.
31. Guo W., Luo D., Lin M., et al. Pretreatment Intra-Voxel Incoherent Motion Diffusion-Weighted Imaging (IVIM-DWI) in Predicting Induction Chemotherapy Response in Locally Advanced Hypopharyngeal Carcinoma. *Med. (Baltimore)*. 2016;95(10):e3039.
32. Ursino S., Faggioni L., Fiorica F., et al. Role of perfusion CT in the evaluation of metastatic nodal tumor response after radiochemotherapy in head and neck cancer: preliminary findings. *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci*. 2017;21(21):4882–90.
33. Gandhi D., Chepeha D.B., Miller T., et al. Correlation between initial and early follow-up CT perfusion parameters with endoscopic tumor response in patients with advanced squamous cell carcinomas of the oropharynx treated with organ-preservation therapy. *AJNR. Am. J. Neuroradiol*. 2006;27(1):101–6.
34. Petralia G., Preda L., Giugliano G., et al. Perfusion Computed Tomography for Monitoring Induction Chemotherapy in Patients With Squamous Cell Carcinoma of the Upper Aerodigestive Tract. *J. Comput. Assist. Tomogr*. 2009;33(4):552–9.
35. Powell C., Schmidt M., Borri M., et al. Changes in functional imaging parameters following induction chemotherapy have important implications for individualised patient-based treatment regimens for advanced head and neck cancer. *Radiother. Oncol*. 2013;106(1):112–7.
36. Зельчан Р.В., Чернов В.И., Медведева А.А. и др. Использование однофотонной эмиссионной компьютерной томографии с 99m Tc-МИБИ и 199 Tl-хлоридом в диагностике и оценке эффективности химиотерапии первичных и рецидивных опухолей гортани и гортаноглотки. *Евразийский онкологический журнал*. 2016;4(1):9–16. [Zelchan R.V., Chernov V.I., Medvedeva A.A., et al. The use of single-photon emission computed tomography with 99m Tc-MIBI and 199 Tl-chloride in diagnosis and assessment of the effectiveness of chemotherapy for primary and recurrent tumors of larynx and laryngopharynx. *Euras. Oncol. J*. 2016;4(1):9–16 (In Russ.)].
37. Соловьев В.А., Решетов И.В., Митина Л.А. и др. Возможности ультразвуковой диагностики опухолей языка и дна полости рта. *Онкология. Журнал им. П.А. Герцена*. 2015;4(4):18–21. [Soloviev V.A., Reshetov I.V., Mitina L.A. et al. Possibilities of ultrasound diagnostics of tumors of the tongue and floor of the oral cavity. *P.A. Herzen Journal of Oncology*. 2015;4(4):18–21 (In Russ.)].

Поступила 16.12.2021

Получены положительные рецензии 20.08.22

Принята в печать 20.09.22

Received 16.12.2021

Positive reviews received 20.08.22

Accepted 20.09.22

Вклад авторов: В.Д. Володина, И.В. Решетов, Н.С. Серова, Ю.С. Романко – концепция и дизайн исследования. В.Д. Володина – сбор и обработка материала. В.Д. Володина, Ю.С. Романко – написание текста. И.В. Решетов, Н.С. Серова, Ю.С. Романко – редактирование.

Contribution of the authors: V.D. Volodina, I.V. Reshetov, N.S. Serova, Yu.S. Romanko – concept and design of the study. V.D. Volodina – collection and processing of the material. V.D. Volodina, Yu.S. Romanko – writing of the text. I.V. Reshetov, N.S. Serova, Yu.S. Romanko – editing.

Информация об авторах:

Володина Виктория Дмитриевна – врач-рентгенолог, аспирант кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава РФ. Адрес: 119991 Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2; e-mail: dr.volodinavd.rg@gmail.com.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1302-4557>.

Решетов Игорь Владимирович – д.м.н., академик РАН, профессор кафедры онкологии, радиотерапии и пластической хирургии Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава РФ, директор института кластерной онкологии им. Л.Л. Левшина ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава РФ, заведующий кафедрой онкологии и пластической хирургии Академии постдипломного образования ФГБУ ФНКЦ ФМБА России, научный руководитель медицинского факультета ЧОУВО «МУ им. С. Ю. Витте». Адрес: 119991, г. Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2; e-mail: reshetoviv@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0909-6278>.

Серова Наталья Сергеевна – д.м.н., член-корр. РАН, профессор кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава РФ. Адрес: 119991 Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2; e-mail: serova_n_s@staff.sechenov.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6697-7824>.

Романко Юрий Сергеевич – д.м.н., профессор кафедры онкологии, радиотерапии и пластической хирургии Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава РФ, профессор кафедры онкологии и пластической хирургии Академии постдипломного образования ФГБУ ФНКЦ ФМБА России. Адрес: 125371 Москва, Волоколамское шоссе, 91; e-mail: romanko_yu_s@staff.sechenov.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5853-9127>.

Information about the authors:

Viktoriya Dmitrievna Volodina – Roentgenologist, Postgraduate Student, Department of the Radiation Diagnostics and Treatment, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University). Address: 119991 Moscow, Trubetskaya street 8,2; e-mail: dr.volodinavd@gmail.com.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1302-4557>.

Igor Vladimirovich Reshetov – Doctor of Medical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Director of the L.L. Levshin Institute of Cluster Oncology, Head of the Department of Oncology, Radiotherapy, and Plastic Surgery, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), Moscow, Russia, Academy of Postgraduate Education under FSBI FRCC of FMBA of Russia. Address: 119991 Moscow, Trubetskaya street 8,2; e-mail: reshetoviv@mail.ru.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0909-6278>.

Natalia Sergeevna Serova – Doctor of Medical Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor, Department of the Radiation Diagnostics and Treatment, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University). Address: 119991 Moscow, Trubetskaya street 8,2; e-mail: serova_n_s@staff.sechenov.ru.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6697-7824>.

Yuri Sergeevich Romanko – Doctor of Medical Sciences, Professor, Department of Oncology, Radiotherapy, and Plastic Surgery, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), Moscow; Academy of Postgraduate Education under FSBI FRCC of the FMBA of Russia. Address: 125371 Moscow, Volokolamskoye highway, 91.