

## СТЕНОЗИРОВАНИЕ СОННОЙ АРТЕРИИ ПРИ ХИМИОЛУЧЕВОМ ЛЕЧЕНИИ ОПУХОЛЕЙ ГОЛОВЫ И ШЕИ (КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ)

\***М.С. Ольшанский** – [ORCID: 0000-0001-8920-0647]

д.м.н., профессор, заведующий отделением РХМДиЛ<sup>1</sup>

**И.В. Степанов** – [ORCID: 0000-0002-8595-4035]

д.м.н., профессор кафедры челюстно-лицевой хирургии<sup>2</sup>

**С.В. Стикина** – [ORCID: 0000-0002-3511-3553]

к.м.н., врач-радиолог радиотерапевтического отделения №1<sup>1</sup>

**Н.А. Знаткова** – [ORCID: 0000-0001-5771-0079]

к.м.н., заместитель главного врача по радиологической и химиотерапевтической помощи<sup>1</sup>

**В.А. Жихарев** – [ORCID: 0000-0001-7164-8398]

аспирант кафедры челюстно-лицевой хирургии<sup>2</sup>

<sup>1</sup>БУЗ Воронежской области «Воронежский областной клинический онкологический диспансер»  
394036 Российская Федерация, г. Воронеж, ул. Вайцеховского, 4

<sup>2</sup>ФГБОУ «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко»  
394036 Российская Федерация, г. Воронеж, ул. Студенческая, 10

### КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

- стеноз сонной артерии после лучевой терапии
- опухоли головы и шеи
- химиолучевое лечение
- внутриартериальная химиотерапия
- лучевая терапия

### АННОТАЦИЯ:

**Введение:** в настоящее время химиолучевая терапия широко применяется как основной метод специфического лечения местнораспространенного рака головы и шеи. Ранее полагалось, что лучевое повреждение сонных артерий возникает только спустя несколько лет после лечения.

**Материал и методы:** представлены два клинических случая стеноза внутренней сонной артерии, возникших непосредственно в процессе химиолучевого лечения злокачественных новообразований головы и шеи с применением селективной внутриартериальной химиотерапии. В первом случае, у пациента К., 54-х лет, был рак гортани (стадия III: T3N1M0), во втором у пациента М., 40 лет - рак языка (стадия I: T1N0M0).

**Заключение:** в статье представлены примеры развития стенозов каротидных артерий непосредственно в процессе химиолучевого лечения и в ранние сроки после его завершения, подтвержденные ангиографически. В обсуждении представлены данные о частоте случаев стенозирующего поражения сонных артерий, цереброваскулярных событий среди пациентов, подвергшихся лучевой терапии. Требуется привлечение внимания специалистов к проблеме возникновения ранних стенозов сонных артерий при лучевой и химиолучевой терапии опухолей головы и шеи.

**Для цитирования.** Ольшанский М.С., Степанов И.В., Стикина С.В., Знаткова Н.А., Жихарев В.А. «СТЕНОЗИРОВАНИЕ СОННОЙ АРТЕРИИ ПРИ ХИМИОЛУЧЕВОМ ЛЕЧЕНИИ ОПУХОЛЕЙ ГОЛОВЫ И ШЕИ (КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ)». Ж. ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ И ИНТЕРВЕНЦИОННАЯ РАДИОЛОГИЯ. 2022; 16(2): 59–65.

\*Адрес для корреспонденции (Correspondence to): Ольшанский Михаил Сергеевич (Olshanskiy Mikhail S.), e-mail: msolshansky2010@yandex.ru

## CAROTID ARTERY STENOSIS DURING CHEMORADIATION OF HEAD AND NECK TUMORS (CASE REPORT)

\***Olshanskiy M. S.** – [ORCID: 0000-0001-8920-0647]  
MD, PhD, professor<sup>1</sup>  
**Stepanov I. V.** – [ORCID: 0000-0002-8595-4035]  
MD, PhD, professor<sup>2</sup>  
**Stikina S. A.** – [ORCID: 0000-0002-3511-3553]  
MD, PhD<sup>1</sup>  
**Znatkova N. A.** – [ORCID: 0000-0001-5771-0079]  
MD, PhD<sup>1</sup>  
**Zhikharev V. A.** – [ORCID: 0000-0001-7164-8398]  
MD, post-graduate<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Voronezh regional cancer clinic  
4, Vayzsekhovskiy str., Voronezh, Russian Federation, 394036*  
<sup>2</sup>*Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko  
10, Studencheskaya str., Voronezh, Russian Federation, 394036*

### KEY-WORDS:

- carotid artery stenosis after radiation therapy
- head and neck tumors
- chemoradiation treatment
- intra-arterial chemotherapy
- radiation therapy

### ABSTRACT:

**Introduction:** currently, chemoradiation therapy is widely used as the main method of specific treatment for locally advanced head and neck cancer. Previously it was believed that radiation damage of carotid arteries occurs only several years after treatment.

**Material and methods:** article presents two case reports of internal carotid artery stenosis which arose directly during the course of chemoradiation of head and neck malignant tumors. In the first case, patient K., 54 years old, had laryngeal cancer (stage III: T3N1M0), in the second case, patient M., 40 years old, had tongue cancer (stage I: T1N0M0).

**Conclusion:** article presents angiographically confirmed carotid artery stenosis arisen directly during chemoradiation and in early stages after its completion. The discussion presents data on the incidence of stenosing lesions of carotid arteries, cerebrovascular events among patients undergoing radiation therapy. It is necessary to draw attention of specialists to the problem of early stenosis of carotid arteries during radiation and chemoradiation therapy of head and neck tumors.

## Введение

Химиолучевое лечение в настоящее время широко применяется как основной метод лечения местнораспространенного плоскоклеточного рака головы и шеи [1]. Наиболее показательны результаты химиолучевого лечения при плоскоклеточном раке гортани, а также раке ротоглотки. Нами опубликованы результаты применения внутриартериальной химиотерапии при таких локализациях опухоли [2-4], которые показывают преимущества в достижении большей выживаемости пациентов, включая пятилетнюю безрецидивную выживаемость. Однако, следует отметить, что помимо указания на внутриартериальный путь введения химиопрепарата такое лечение подразумевает учет индивидуальных особенностей кровоснабжения как органа, так и самой опухоли, а также оценку объемной скорости кровотока, на основании которой выбирается скорость инфузии раствора химиопрепарата (цисплатин, 5-фторурацил) [5]. Применение данного метода технологически предусматривает выполнение этапной полипозиционной селективной каротидной ангиографии, которая считается «золотым стандартом» в

ангиологии. Поскольку каротидная ангиография обязательно выполняется до начала лучевой терапии при проведении индукционного этапа внутриартериальной химиотерапии, а также несколько раз проводится в процессе химиолучевого лечения, то метод каротидной ангиографии позволяет в динамике оценить изменения, происходящие с сонными артериями в процессе лучевой терапии. Несмотря на то, что современные методики лечения предусматривают использование 3-D конформной лучевой терапии с тщательным дозиметрическим планированием и оконтуриванием критических органов, риск лучевого повреждения каротидных сосудов всегда существует. Этот факт, по нашему мнению, недооценивается в клинической практике. Ранее считалось, что стенозирование каротидных сосудов наступает в отдаленном периоде спустя несколько лет после уже завершённой лучевой или химиолучевой терапии. Мы представляем наши наблюдения, когда в процессе химиолучевой терапии местнораспространенного плоскоклеточного рака различных органов головы и шеи развился значимый

стеноз внутренней сонной артерии (ВСА) как непосредственно в процессе лечения, так и в ранние сроки после его завершения.

#### Клиническое наблюдение 1

Пациент К., 54-х лет болен с апреля 2013 года, когда впервые появились осиплость голоса, боль при глотании твёрдой пищи. Проведено обследование по стандарту и по данным биопсии, взятой 06.06.2013 г. во время фиброларингоскопии, морфологически верифицирован плоскоклеточный ороговевающий рак гортани.

После проведения 13.06.2013 г. мультидисциплинарного консилиума утвержден план лечения, предусматривающий проведение химиолучевого лечения с селективной внутриартериальной химиотерапией по поводу рака гортани III стадии (Т3N1M0).

В соответствии с утвержденным планом лечения проведено 3 этапа селективной внутриартериальной химиоинфузии (цисплатин 150 мг, 5-фторурацил 1500 мг) в обе верхние щитовидные и верхние гортанные артерии, и осуществлена дистанционная 3-D конформная лучевая терапия методом классического фракционирования, разовая очаговая доза (РОД) 2Гр один раз в день, 5 дней в неделю до суммарной очаго-

вой дозы (СОД) эквивалентной 70Гр. При каротидной ангиографии во время эндоваскулярного вмешательства 26.06.2013 г. у пациента выявлен осложнённый, концентрический, 60% стеноз устья левой ВСА (рис. 1). Во время очередного эндоваскулярного вмешательства 28.08.2013 г. стеноз ВСА составлял уже более 80% (рис. 2).

Дополнительно выполнили ультразвуковое дуплексное сканирование сосудов шеи, также подтвердившее наличие гемодинамически значимого стеноза в устье левой ВСА.

Пациент консультирован сосудистым хирургом и после завершения химиолучевой терапии 09.10.2013 г., в отделении сосудистой хирургии ему провели каротидную эверсионную эндартерэктомию по поводу субтотального стеноза левой ВСА. В течение 2-х лет последующего наблюдения признаков стенозирующего поражения сонных артерий у пациента не отмечено.

#### Клиническое наблюдение 2

Пациент М., 40 лет болен с декабря 2013 года, когда после ранения языка осколком зуба отметил появление припухлости с последующим развитием язвы на боковой поверхности языка слева. Находился под наблюдением стоматолога поликлиники по месту



**Рис. 1.** Селективная ангиография из общей сонной артерии от 26.06.2013 г. Пациента К., которому проводится химиолучевое лечение рака гортани с одновременной внутриартериальной химиоинфузией. Отмечается формирующийся концентрический стеноз в начальном отделе ВСА и концентрическое сужение наружной сонной артерии, обусловленные радиационным воздействием (лучевой терапией).



**Рис. 2.** Селективная ангиография из общей сонной артерии от 19.07.2013 г. того же пациента после 2 этапа химиолучевого лечения рака гортани с применением внутриартериальной химиоинфузии. Отмечается гемодинамически значимый стеноз в начальном отделе ВСА, концентрическое сужение НСА, появившаяся неровность контуров (стенозирование гемодинамически незначимое) ОСА, обусловленные радиационным воздействием (лучевой терапией).

жителства. В связи с неэффективностью противопалительной терапии и подозрением на злокачественное новообразование языка пациент 05.12.2013 г. направлен в онкодиспансер. На осмотр пациент не явился, в связи с чем, 27.12.2013 г. ему оформлен официальный вызов.

Проведено обследование: по данным биопсии морфологически верифицирован плоскоклеточный ороговевающий рак языка I стадии (T1N0M0). Мультидисциплинарным консилиумом от 07.05.2014 г. утвержден план лечения, предусматривающий проведение химиолучевого лечения с включением нескольких курсов селективной внутриартериальной химиотерапии по поводу рака боковой поверхности языка. В соответствии с утвержденным планом лечения проведено 4 этапа селективной внутриартериальной химио-инфузии (цисплатин 150 мг, 5-фторурацил 1500 мг) и дистанционная 3-D конформная лучевая терапия методом классического фракционирования РОД 2Гр один раз в день, 5 дней в неделю до СОД 70Гр. При каротидной ангиографии во время эндоваскулярного вмешательства 21.05.2014 г. выявлен гемодинамически незначимый стеноз устья брахиоцефального ствола и гемодинамически незначимый около 30% стеноз левой ВСА. Лучевая терапия начата с 28.05.2014 г. Во время очередного эндоваскулярного вмешательства 24.06.2014 г. стеноз левой внутренней сонной артерии составлял уже около 50%. СОД на данный момент достигла 32Гр. В связи с выраженным лучевым эпителиотом и гематологической токсичностью 3 степени был сделан вынужденный перерыв в облучении. Третий курс селективной внутриартериальной химиотерапии проведен 31.07.2014 г., при ангиографической диагностике визуализирован стеноз левой почечной артерии, составляющий более 80%. Химиолучевая терапия завершена в октябре 2014 г. Лучевая терапия проведена до СОД эквивалентной 70Гр. Консолидирующий курс внутриартериальной химиотерапии проведен 31.10.2014 г. При ангиографии подтверждены стеноз левой ВСА около 60% и стеноз левой почечной артерии около 90%.

Ранее в течение двух лет пациент отмечал повышенное артериальное давление - систолическое 170-200 мм рт. ст., диастолическое 100-110 мм рт. ст. Эффекта от медикаментозной терапии артериальной гипертензии, проводимой под контролем кардиолога, не наблюдалось. После консультации сосудистого хирурга рекомендовано проведение первым этапом коррекции вазоренальной гипертензии. В декабре (20.12.2014 г.) пациенту были проведены баллонная ангиопластика и стентирование по поводу стеноза левой почечной артерии, после чего на фоне лекарственной терапии получен хороший антигипертензивный эффект. Рекомендовано проведение динамического контроля сосудов шеи при помощи ультразвукового дуплексного сканирования. При последующем динамическом

наблюдении за результатами специального лечения с применением компьютерной томографии и оценкой состояния сосудов шеи при помощи дуплексного сканирования получили следующие данные: «уплотнение по боковой поверхности языка слева, размерами 16×12 мм и неспецифические изменения лимфатических узлов шеи в подчелюстной области».

При регулярных осмотрах онкологом-специалистом по патологии головы и шеи данных за рецидив не получено. Отрицательной динамики по данным КТ от 10.12.2014 г., 07.08.2015 г. и 18.02.2016 г. не отмечено. Однако, по данным ультразвукового дуплексного сканирования в 2016 г. отмечено нарастание степени стеноза левой ВСА до 75-80%. Пациент стал жаловаться на головокружения, пошатывание при ходьбе и острую головную боль слева. В связи с появлением неврологической симптоматики в условиях отделения сосудистой хирургии произведено стентирование левой внутренней сонной артерии. В течение 3-х месяцев после каротидного стентирования отмечен регресс неврологической симптоматики. В течение пяти лет последующего наблюдения признаков стенозирующего поражения сонных артерий у пациента не отмечено. Признаков рецидива злокачественного новообразования в указанные сроки также не отмечено.

## Обсуждение

В прошлом, распространенность стеноза сонной артерии после лучевой терапии считалась низкой. Однако, с улучшением методов визуализации и повышением осведомленности врачей - этому вопросу стало уделяться все больше внимания. Smith G.L. и соавт., [6] были изучены данные 6862 пациентов (средний возраст: 76±7 лет) с плоскоклеточным раком головы и шеи после лечения с использованием только лучевой терапии, хирургическим вмешательством в сочетании с лучевой терапией, или только хирургическим вмешательством. В результате было показано, что за 10 лет частота цереброваскулярных событий составила 34% у пациентов, получавших лучевую терапию в монорежиме, в сравнении с 25% в группе хирургического вмешательства и лучевой терапии и 26% в третьей группе пациентов, получавших только хирургическое лечение, ( $p < 0,01$ ) [6].

В представленных нами наблюдениях у пациентов был исходно повышенный уровень холестерина. При этом у одного относительно молодого пациента имелось мультифокальное атеросклеротическое поражение как сонных, так и почечных артерий. Отмечено быстрое прогрессирование атеросклероза, нехарактерное для естественного развития данного заболевания. Ранее отмечалось, что обусловленные лучевой терапией каротидные стенозы развиваются в течение 5-10 лет. По данным американского общества специалистов головы и шеи (AHNS) примерно у 15% пациентов, полу-

чавших лучевую терапию, через пять лет развивается пятидесятипроцентный и более стеноз сонной артерии. Вероятный риск инсульта или транзиторной ишемической атаки у пациентов в возрасте до 60 лет, получивших лучевую терапию на область головы и шеи, составляет примерно 10%, а у лиц старше 75 лет риск превышает 30%. Риск инсульта повышается, по меньшей мере, вдвое после лучевой терапии на область средостения, шеи или головы. Происходит повреждение и тромбоз малых сосудов головного мозга. В сосудах среднего и крупного калибра описаны три патофизиологических механизма, повышающих риск инсульта - окклюзия *vasa vasorum* с последующим медианекрозом и фиброзом, фиброз адвентиции, а также прогрессированием атеросклероза. Похожие механизмы повреждения описаны для аорты и других периферических сосудов, включая подключичные и подвздошно-бедренные артерии, что приводит к ишемии конечностей. Учитывая то обстоятельство, что анализ осложнений лучевой терапии обязательно должен проводиться, и необходимы новые подходы к их изучению, включая математическое моделирование, был разработан проект QUANTEC, опубликованный в приложении к журналу «International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics» (2010.76, №3), переведенный на русский язык и опубликованный в 2015 году [7]. В нем содержатся обзор данных о вероятности повреждений различных органов и тканей, вызванных облучением при проведении лучевой терапии злокачественных и доброкачественных новообразований. Очень показательными являются данные о зависимости доза-объем при облучении спинного мозга, вызываемой лучевой терапией, потери слуха, влиянии на функцию слюнных желез. Вместе с тем, при рассмотрении лучевых повреждений при лечении рака гортани и гортаноглотки в проекте QUANTEC анализируются лишь степень отека гортани и нарушение голосовой функции. Никаких количественных данных в отношении патологии сонных артерий при лучевом лечении злокачественных новообразований головы и шеи не приводится. Однако, при внутриартериальной селективной химиотерапии по поводу рака гортани мы отмечаем выраженные изменения васкуляризации органа на фоне лучевой терапии, которые в некоторой мере отражают успех лечения злокачественного новообразования. Известно, что добавление одновременной химиотерапии к высокой дозе лучевой терапии удваивает риск развития отека и дисфункции гортани [7]. Это относится к стандартной системной химиотерапии. Напротив, при выполнении селективной внутриартериальной химиоинфузии по оригинальной методике [8], в том числе по поводу местнораспространенного рака гортани, мы наблюдали очень быстрое купирование отека и в большинстве случаев - полное разрешение стеноза гортани.

Таким образом, ключевым фактором, индуцирующим

прогрессирование атеросклероза, является именно лучевое повреждение. Мы согласны с мнением китайских исследователей, опубликовавших в 2021 году обзор по индуцированным радиацией стенозам сонных артерий [9], что облучение области сонной артерии является значительным фактором риска развития стеноза сонной артерии и, как следствие - цереброваскулярных событий. Это оказывает большое влияние на качество жизни пациентов, получивших лучевое лечение по поводу злокачественных опухолей головы и шеи.

Согласно консенсусу DAHANCA, EORTC, GORTEC, HKNPCSG, NCIC CTG, NCRI, NRG Oncology и TROG, опубликованного в 2015 году, были определены единые принципы для оконтуривания органов риска. В результате совместной работы группы европейских, североамериканских, азиатских и австралийских лучевых терапевтов были определены двадцать пять органов риска, с описанием их анатомических границ при планировании лучевой терапии в области головы и шеи. Сонные артерии входят в этот перечень, однако четких ограничений и толерантных доз не обозначено, что говорит о необходимости дальнейшего изучения данного вопроса. Появление большего количества публикаций, позволяющих выявить зависимость риска возникновения стеноза от подведенной дозы, поможет в будущем более качественно и безопасно облучать пациентов с опухолями в области головы и шеи [10].

Длительное наблюдение с использованием методов ультразвукового исследования сонных артерий и агрессивной модификации традиционных факторов риска является резонным и оправданным. Каротидное стентирование может быть предпочтительным методом лечения пациентов с симптомами, или у пациентов с тяжелым стенозом сонной артерии. Данной точки зрения также придерживаются итальянские сосудистые хирурги [11].

Польские исследователи в более свежем исследовании от 2019 года отмечали при ретроспективном анализе данных 26 пациентов с плоскоклеточным раком головы и шеи в 22 (85%) случаях возникновение значимого поражения сонных артерий после облучения в режиме классического фракционирования. Использование 3-D конформной лучевой терапии, позволяющей подвести большую дозу облучения к опухоли и добиться радикального эффекта, является важным фактором риска лучевого повреждения каротидных сосудов. У всех пациентов после облучения проводили неврологическое обследование и доплерографию. Радиационно-индуцированные поражения возникли во внутренней сонной артерии (BCA) у 22 (85%) пациентов, в общей сонной артерии (OCA) у 15 (58%), в наружной сонной артерии (HCA) у 15 (58%). Стенты были имплантированы в 25 BCA и 17 OCA. У 13 (50%) был установлен один стент, у 8 (30%) - два стента, у 4 (15%) - три стента и у одного

пациента - пять стентов. Всего было имплантировано 46 стентов. Технический успех достигнут у всех пациентов. В течение 24 месяцев наблюдения цереброваскулярных событий не отмечалось ни у одного из пациентов после стентирования каротидных [12].

## Выводы

Необходимо привлечение особого внимания онкологов, сосудистых хирургов и специалистов по рентгеноваскулярной диагностике и лечению к проблеме стенозирующего поражения каротидных артерий, возникающих при лучевом и химиолучевом лечении плоскоклеточного рака головы и шеи. При обследовании пациентов с плоскоклеточным раком головы и шеи нужно не забывать о необходимости выявления уже

существующих неврологических и сосудистых расстройств, а также о канонах физикального обследования пациента, в частности об аускультации сонных артерий, позволяющей в 95% случаев заподозрить патологию сонных артерий. Поскольку в стандарты обследования пациентов с плоскоклеточным раком головы и шеи не входит в настоящее время ультразвуковое дуплексное сканирование сосудов шеи, оно должно обязательно проводиться не реже одного раза в год пациентам старше сорока лет, получившим лучевую и химиолучевую терапию по поводу опухолей головы и шеи. Необходимы дальнейшие перспективные исследования для определения методов профилактики и раннего обнаружения цереброваскулярных нарушений у пациентов с злокачественными опухолями головы и шеи. ■

## Список литературы

1. Алиева С.Б., Азизян Р.И., Мудунов А.М. и др. Принципы лучевой терапии рака гортани. *Опухоли головы и шеи*. 2021; 11(1): 24-33.

<https://doi.org/10.17650/2222-1468-2021-11-1-24-33>

2. Ольшанский М.С. Эндоваскулярные вмешательства при лечении плоскоклеточного рака головы и шеи. Материалы научно-практической конференции с международным участием «Рентгенохирургия в онкологической практике». Москва. 2017; 38-39.

3. Мошуров И.П., Ольшанский М.С., Стикина С.А. и др. Индивидуализированная суперселективная внутриартериальная химиотерапия в комплексном химиолучевом лечении неоперабельного рака ротоглотки. *Диагностическая и интервенционная радиология*. 2017; 11(2): 46-52.

4. Машкова Т.А., Ольшанский М.С., Панченко И.Г., Овсянников Ю.М. Регионарная внутриартериальная химиотерапия в комплексном лечении распространенных форм рака гортани. Сборник трудов конференции «Современные проблемы оториноларингологии». Воронеж. 2015; 33-35.

5. Ольшанский М.С., Стикина С.А., Знаткова Н.А., Петров Б.В. Способ индивидуализированной внутриартериальной инфузии химиопрепарата при лечении плоскоклеточного рака головы и шеи. Патент РФ № 2612095, 2017.

6. Smith G.L., Smith B.D., Buchholz T.A., et al. Cerebrovascular disease risk in older head and neck cancer patients after radiotherapy. *J Clin Oncol*. 2008; 26(31): 5119-5125.

<https://doi.org/10.1200/JCO.2008.16.6546>

7. Ткачев С.И. Количественный анализ повреждений здоровых органов и тканей при проведении лучевой терапии злокачественных новообразований (Проект QUANTEC). Обзор толерантности нормальных тканей. М.: АМФР. 2015; 250.

8. Olshansky M.S., Znatkova N.A., Mashkova T.A., Konstantinova J. Volume flow controlled targeted intra-arterial chemoinfusion for laryngeal cancer chemoradiotherapy. Congress: ECR 2015. Poster No.: C-0645.

<https://doi.org/10.1594/ecr2015/C-0645>

9. Yang E.H., Marmagkiolis K., Balanescu D.V., et al. Radiation-Induced Vascular Disease-A State-of-the-Art Review. *Front Cardiovasc Med*. 2021; 8: 652761.

<https://doi.org/10.3389/fcvm.2021.652761>

10. Brouwer C.L., Steenbakkers R.J., Bourhis J., et al. CT-based delineation of organs at risk in the head and neck region: DAHANCA, EORTC, GORTEC, HKNPCSG, NCIC CTG, NCRI, NRG oncology and TROG consensus guidelines. *Radiother Oncol*. 2015; 117(1): 83-90.

<https://doi.org/10.1016/j.radonc.2015.07.041>

11. Simonetti G., Pampana E., Di Poce I., et al. The role of radiotherapy in the carotid stenosis. *Ann Ital Chir*. 2014; 85(6): 533-536.

12. Trojanowski P., Sojka M., Trojanowska A., et al. Management of Radiation Induced Carotid Stenosis in Head and Neck Cancer. *Transl Oncol*. 2019; 12(8): 1026-1031.

<https://doi.org/10.1016/j.tranon.2019.05.001>

## References

1. Alieva SB, Azizyan RI, Mudunov AM, et al. Principles of radiotherapy for laryngeal cancer. *Opukholi golovy i shei*. 2021; 11(1): 24-33 [In Russ].  
<https://doi.org/10.17650/2222-1468-2021-11-1-24-33>
2. Olshanskiy MS. Endovascular interventions in the treatment of squamous cell carcinoma of the head and neck. *Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem «Rentgenokhirurgiya v onkologicheskoy praktike»*. Moscow. 2017; 38-39 [In Russ].
3. Moshurov IP, Olshansky MS, Stikina SA, et al. Individualized superselective intra-arterial chemotherapy in complex chemoradiation treatment for unresectable oropharyngeal cancer. *Diagnosticheskaya i interventsionnaya radiologiya*. 2017; 11(2): 46-52 [In Russ].
4. Mashkova TA, Olshanskiy MS, Panchenko IG, Ovsyannikov Yu M. Regional intra-arterial chemotherapy in the complex treatment of common forms of laryngeal cancer. *Sbornik trudov konferentsii «Sovremennye problemy otorinolaringologii»*. Voronezh. 2015; 33-35 [In Russ].
5. Olshanskiy MS, Stikina SA, Znatkova NA, Petrov BV. Method of individual intra-arterial infusion of a chemotherapy drug in the treatment of squamous cell carcinoma of the head and neck. Patent RF, no. 2612095, 2017 [In Russ].
6. Smith GL, Smith BD, Buchholz TA et al. Cerebrovascular disease risk in older head and neck cancer patients after radiotherapy. *J Clin Oncol*. 2008; 26(31): 5119-5125.  
<https://doi.org/10.1200/JCO.2008.16.6546>
7. Tkachev SI. Quantitative analysis of normal organ and tissue injuries in radiotherapy of malignant neoplasms (QUANTEC project). *Quantitative Analyses of Normal Tissue Effects in the Clinic*. Moscow. 2015: 250 [In Russ].
8. Olshansky MS, Znatkova NA, Mashkova TA, Konstantinova J. Volume flow controlled targeted intra-arterial chemoinfusion for laryngeal cancer chemoradiotherapy. Congress: ECR 2015. Poster No.: C-0645 [In Russ].  
<https://doi.org/10.1594/ecr2015/C-0645>
9. Yang EH, Marmagkiolis K, Balanescu DV, et al. Radiation-Induced Vascular Disease-A State-of-the-Art Review. *Front Cardiovasc Med*. 2021; 8: 652761.  
<https://doi.org/10.3389/fcvm.2021.652761>
10. Brouwer CL, Steenbakkers RJ, Bourhis J, et al. CT-based delineation of organs at risk in the head and neck region: DAHANCA, EORTC, GORTEC, HKNPCSG, NCIC CTG, NCRI, NRG oncology and TROG consensus guidelines. *Radiother Oncol*. 2015; 117(1): 83-90.  
<https://doi.org/10.1016/j.radonc.2015.07.041>
11. Simonetti G, Pampana E, Di Poce I, et al. The role of radiotherapy in the carotid stenosis. *Ann Ital Chir*. 2014; 85(6): 533-536.
12. Trojanowski P, Sojka M, Trojanowska A, et al. Management of Radiation Induced Carotid Stenosis in Head and Neck Cancer. *Transl Oncol*. 2019; 12(8): 1026-1031.  
<https://doi.org/10.1016/j.tranon.2019.05.001>

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**ОЛЬШАНСКИЙ МИХАИЛ СЕРГЕЕВИЧ** [ORCID: 0000-0001-8920-0647]

д.м.н., профессор, зав. отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения БУЗ Воронежской области «Воронежский областной клинический онкологический диспансер»

**СТЕПАНОВ ИЛЬЯ ВЯЧЕСЛАВОВИЧ** [ORCID: 0000-0002-8595-4035]

д.м.н., профессор кафедры челюстно-лицевой хирургии ФГБОУ «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко»

**СТИКИНА СВЕТЛАНА АЛЕКСАНДРОВНА** [ORCID: 0000-0002-3511-3553]

к.м.н., врач-радиолог радиотерапевтического отделения №1 БУЗ Воронежской области «Воронежский областной клинический онкологический диспансер»

**ЗНАТКОВА НАТАЛЬЯ АНАТОЛЬЕВНА** [ORCID: 0000-0001-5771-0079]

к.м.н., заместитель главного врача по радиологической и химиотерапевтической помощи БУЗ Воронежской области «Воронежский областной клинический онкологический диспансер»

**ЖИХАРЕВ ВЛАДИСЛАВ АЛЕКСАНДРОВИЧ** [ORCID: 0000-0001-7164-8398]

аспирант кафедры челюстно-лицевой хирургии ФГБОУ «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко»

**Конфликт интересов, информация о клинической базе и финансировании**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
Работа выполнена на базе БУЗ ВО ВОКОД (Воронежский областной клинический онкологический диспансер).