DOI: 10.33266/2782-6430-2026-4-87-92

Завьялов А.А., Попов М.В., Мелкумян В.А., Пономарев Н.А., Зугумова М.Ш., Степанянц Н.Г., Восканян С.Э.

ПРИМЕНЕНИЕ ТРАНСАРТЕРИАЛЬНОЙ ХИМИОЭМБОЛИЗАЦИИ ЛЕКАРСТВЕННО НАСЫЩЕННЫМИ МИКРОСФЕРАМИ ПРИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ ПОРАЖЕНИЯХ ПЕЧЕНИ: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.

Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва

Контактное лицо: Мелкумян Вадим Альбертович , email: melkum94@mail.ru

РЕФЕРАТ

Трансартериальная химиоэмболизация (ТАХЭ) с применением лекарственно насыщенных микросфер (ЛНМ) является высокоэффективным методом локальной терапии, используемым для лечения злокачественных опухолей печени, включая гепатоцеллюлярную карциному (ГЦК) и метастазы различных первичных опухолей. Метод основывается на доставке химиотерапевтических препаратов в опухолевую ткань через артериальную систему в сочетании с эмболизацией сосудов, что приводит к прекращению кровоснабжения опухоли и увеличению концентрации лекарственного вещества в пораженной области. ЛНМ представляют собой микросферы, насыщенные химиотерапевтическими препаратами, которые позволяют обеспечить длительное и контролируемое высвобождение лекарства, что значительно повышает эффективность лечения и снижает системную токсичность.

Современные исследования подтверждают, что ТАХЭ с ЛНМ демонстрирует положительные результаты в лечении пациентов с первичными и метастатическими злокачественными поражениями печени, увеличивая выживаемость и улучшая качество жизни больных. Механизм действия этого метода включает как прямое воздействие химиотерапевтического агента на опухолевую ткань, так и ишемию, индуцированную эмболизацией, что вызывает некроз опухоли.

В последние годы проведены многочисленные клинические исследования, которые подтверждают эффективность ТАХЭ с ЛНМ в комбинации с другими методами лечения, такими как хирургическое вмешательство и радиотерапия, а также в контексте лечения пациентов с противопоказаниями к оперативным вмешательствам.

Тем не менее, несмотря на положительные результаты, на сегодняшний день метод имеет ряд абсолютных противопоказаний, включая декомпенсированный цирроз, тромбоз ствола воротной вены, наличие артериовенозной печеночной фистулы, не подлежащей окклюзии, почечная недостаточность и др. и ряд относительных противопоказаний, ограничивающих метод.

В данной работе рассматриваются основные принципы, механизмы действия, клинические результаты, а также перспективы и вызовы, связанные с применением ТАХЭ с ЛНМ в онкологической практике, что делает его ключевым элементом комплексного подхода к лечению злокачественных заболеваний печени.

Ключевые слова: *рак печени, метастазы в печени, эндоваскулярное лечение, трансартериальная химиоэмболизация, гепатоцеллюлярная карцинома, лекарственно насыщенные микросферы..*

Для цитирования: Завьялов А.А., Попов М.В., Мелкумян В.А., Пономарев Н.А., Зугумова М.Ш., Степанянц Н.Г., Восканян С.Э. Применение трансартериальной химиоэмболизации лекарственно насыщенными микросферами при злокачественных поражениях печени: обзор литературы.. Клинический случай. // Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна 2026. № 4. С. 87–92. DOI: 10.33266/2782-6430-2026-4-87-92

DOI: 10.33266/2782-6430-2026-4-87-92

The Use of Transarterial Chemoembolization with Drug-Saturated Microspheres in Malignant Liver Lesions: A Literature Review.

A.A. Zavialov, M.V. Popov, V.A. Melkumyan, M.Sh. Zugumova, N.G. Stepanyants, S.E. Voskanyan

A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia

Contact person: Vadim A. Melkumyan: e-mail: melkum94@mail.ru

ABSTRACT

Transarterial chemoembolization (TACE) using drug-saturated microspheres (DEB) is a highly effective method of local therapy used for the treatment of malignant liver tumors, including hepatocellular carcinoma (HCC) and metastases of various primary tumors. The method is based on the delivery of chemotherapeutic drugs to the tumor tissue through the arterial system, followed by vascular embolization, which leads to the cessation of blood supply to the tumor and an increase in the concentration of the drug in the affected area. DEB are microspheres saturated with chemotherapeutic drugs that allow for long-term and controlled drug release, which significantly increases the effectiveness of treatment and reduces systemic toxicity.

Modern studies confirm that TACE with DEB demonstrates significant improvements in the treatment of patients with primary and metastatic malignant liver lesions, significantly increasing survival and improving the quality of life of patients. The mechanism of action of this method includes both the direct effect of a chemotherapeutic agent on tumor tissue and embolization-induced ischemia, which causes tumor necrosis. In recent years, numerous clinical trials have been conducted that confirm the effectiveness of TACE with DEB in combination with other treatment methods, such as surgery and radiotherapy, as well as in the context of treating patients with contraindications to surgery.

However, despite the positive results, the method has a number of limitations, including the risk of complications such as pain, thrombosis, and problems with drug dosage, and requires accurate visualization to achieve maximum therapeutic effect. Optimization of drug delivery methods and the development of new, more efficient microspheres remain important aspects.

This paper examines the basic principles, mechanisms of action, clinical results, as well as the prospects and challenges associated with the use of TACE with DEB in oncological practice, which makes it a key element of an integrated approach to the treatment of malignant liver diseases.

Keywords: *liver cancer, liver metastases, endovascular treatment, transarterial chemoembolization, hepatocellular carcinoma, drug-saturated microspheres, TACE, DEB.*

For citation: Zavialov AA, Popov MV, Melkumyan VA, Zugumova MSh, Stepanyants NG, Voskanyan SE. The use of transarterial chemoembolization with drug-saturated microspheres in malignant liver lesions: literature review.. A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2026.4:87-92. (In Russian) DOI: 10.33266/2782-6430-2026-4-87-92

Введение

Во всем мире рак печени (РП) является одной из наиболее частых злокачественных новообразований со смертельным исходом [1,2]. Злокачественные первичные опухоли печени, наиболее распространенным из которых является первичный рак печени (ПРП), представляют собой разнородную группу заболеваний, развивающихся из компонентов паренхимы печени [3].

У пациентов часто диагностируется заболевание на поздних стадиях, что приводит к неблагоприятному прогнозу. Причиной этого является то, что гепатоцеллюлярная карцинома (ГЦК) обычно диагностируется случайно во время планового обследования пациентов с циррозом. К сожалению, во многих странах нет организованной программы скрининга для данной патологии.

Все пациенты с высоким риском развития ГЦК должны мониторироваться с помощью ультразвукового исследования (УЗИ) и измерения альфа-фетопротеина (АФП) каждые 6 месяцев [4-6]. В дополнение может рекомендоваться компьютерная томография (КТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ) в отдельных случаях.

Выбор оптимального метода лечения ГЦК продиктован множеством факторов, основными из которых являются: функциональное состояние печени и соматическое здоровье пациента. Хирургическая резекция, трансплантация, абляция, ТАХЭ и системная терапия являются потенциально полезными стратегиями лечения. Вопрос выбора терапии должен решаться в контексте междисциплинарного подхода. Например, резекцию печени следует рассматривать в условиях сохранения функции печени, а пациентам с ранними поражениями (единичными, менее 2 см) при отсутствии портальной гипертензии может быть показано хирургическое лечение [7]. Пациентам с с ранними стадиями ГЦК на фоне цирроза печени может быть рекомендована трансплантация [8]. Локорегионарные абляционные методы лечения, такие как радиочастотная абляция (РЧА) и микроволновая абляция, в основном применяется у пациентов, которые не подходят для хирургического вмешательства [9].

Артериально-направленная терапия и трансартериальная радиоэмболизация (РЭ) является лечением первой линии у пациентов с промежуточной стадией (большие многоузловые опухоли; частично сохранная функция печени; рак, ограниченный печенью) [10]. Трансартериальная радиоэмболизация считается самым эффективным методом из перечисленных на сегодняшний день, т.к. в отличие от других методов регионарного воздействия, для РЭ не является принципиальным морфологическое строение патологического очага, поэтому и нет необходимости определять сенситивность новообразования к тому или иному препарату или эмболизату.

Стереотаксическая лучевая терапия тела (СЛТ) является еще одним вариантом лечения пациентов с неоперабельной ГЦК [11]. СЛТ вызывает некроз опухоли, доставляя высокие дозы облучения к поражениям-мишеням с высокой точностью [12]. Наконец, системная терапия с применением сорафениба (перорального ингибитора мультикиназы) у пациентов на поздних стадиях, с портальной инвазией и внепеченочным распространением, может улучшить общую выживаемость [13].

Метод трансартериальной химиоэмболизации.

Лечение ТАХЭ включает в себя инфузию высококонцентрированной дозы цитотоксического препарата путем селективной катетеризации артериальной ветви, питающей опухоль и эмболизацию микроциркуляции новообразования, что в свою очередь приводит к пролонгированному цитотоксическому эффекту, минимизируя системную токсичность химиопрепарата [14].

Существует два типа техник ТАХЭ: классическая «масляная» ТАХЭ (от англ.: conventional TACE – cTACE) и ТАХЭ с использованием специальных гранул, выделяющих химические лекарственные агенты (от англ.: TACE with drug-eluting beads – DEB-TACE). В классическом варианте ТАХЭ используется цитотоксические средства, такие как доксорубицин, эпирубицин, митомицин или цисплатин. Далее происходит инфузиия липиодола, маслянистого рентгеноконтрастного средства, в качестве химиотерапевтического носителя, а также эмболического материала [15]. Другими широко используемыми эмболическими агентами являются разлагаемые микросферы (от англ.: degradable starch microspheres – DSM), коллаген или желатиновая губка (Gel-foam). В ТАХЭ с использованием специальных гранул, выделяющих химические лекарственные агенты используются эмболические микросферы с химиотерапевтическими препаратами, которые способны высвобождать агент в пролонгированном режиме [16].

До сих пор остается спорным вопрос о том какой из методов лучше всего. В метаанализе, проведенном Zou с соавт., ТАХЭ (DEB-TACE), по-видимому, имеет большую частоту полного ответа и общую выживаемость пациентов по сравнению с ТАХЭ (cTACE). Кроме того, пациенты с ТАХЭ (DEB-TACE) сообщали о снижении частоты нежелательных побочных эффектов по сравнению с классической ТАХЭ, при этом статистически значимых различий между двумя методами лечения в плане серьезных нежелательных явлений не было отмечено [17].

Chen с соавт. и Han с соавт. пришли к аналогичному выводу: общая выживаемость была достоверно выше в группе ТАХЭ (DEB-TACE), при этом не было статистически значимых различий в ответе на лечение и частоте развитий нежелательных побочных эффектов, связанных с данным методом [18,19]. Напротив, два метаанализа показали, что классическая ТАХЭ и ТАХЭ (DEB-TACE) имеют схожие терапевтические результаты, общую выживаемость и частоту нежелательных явлений, что подчеркивает необходимость дальнейших исследований высокого уровня [20,21].

Стоит упомянуть относительно новый метод окклюзии артерий при проведении ТАХЭ [22]. Этот новый метод, получивший название баллон-окклюзионная трансартериальная химиоэмболизация (от англ. B-TACE), использует баллонный микрокатетер для селективной окклюзии артериальной микроциркуляции опухоли [23,24]. Преимуществами этого метода являются предотвращение рефлюкса и нецелевого распространения и накопления эмульсии, что может повысить успешность лечения за счет пролонгированного цитотоксического эффекта [25]. В ряде работ высказывается предположение о потенциальном преимуществе B-TACE по сравнению с DEB-TACE для пациентов с большими опухолями, но для получения надежных выводов необходимо провести дальнейшие исследования [26].

В соответствии с рекомендациями Барселонской системы стадирования ГЦК (Barcelona Clinic Liver Cancer, BCCLC), ТАХЭ в настоящее время считается методом первой линии для отдельных пациентов с ГЦК на промежуточной стадии (BCL-B стадия). К этой стадии относятся пациенты с неоперабельными, многоузловыми опухолями без сосудистой инвазии или внепеченочного распространения. Более того, эти пациенты имеют гетерогенные особенности с точки зрения опухолевой нагрузки и функции печени (по шкале Чайлд-Пью: A или B) [27]. Таким образом, не все пациенты с промежуточной стадией ГЦК получают одинаковую пользу от ТАХЭ, поскольку эта гетерогенность затрудняет прогнозирование поведения опухоли.

Предложены различные системы подклассификации ГЦК промежуточной стадии [28, 29]. В попытке более подробно классифицировать эту гетерогенную группу пациентов современные данные свидетельствуют о том, что пациенты промежуточной стадии, которые могут получить наибольшую пользу от ТАХЭ, — это пациенты с баллами по шкале Чайлд-Пью ≤7 и сохраненным функциональным статусом [30].

ТАХЭ также может быть выполнена перед трансплантацией печени в качестве промежуточного лечения, пока пациент находится в листе ожидания, или в качестве понижающего стадия лечения до уровня Миланских критериев [31]. Наконец, некоторые пациенты с прогрессирующим заболеванием могут лечиться с помощью этого метода.

Несмотря на то, что ТАХЭ считается относительно безопасной процедурой, известны серьезные побочные эффекты: холецистит, некроз желчевыводящих путей, а также травмы печени и желчевыводящих путей, образование абсцесса печени и т.д. [32], уровень смертности, связанной с методом, считается низким (<1%) [33].

Отмечено, что у 47% пациентов, получавших лечение ТАХЭ, развивается клинический синдром, опосредованный воспалительной реакцией, в результате высвобождения цитокинов – постэмболизационный синдром (ПЭС), который характеризуется лихорадкой, болью в правом верхнем квадранте живота и тошнотой с рвотой или без нее [34], и ассоциируется с длительным пребыванием в стационаре [34,35]. Для профилактики синдрома используются стероиды и антагонисты 5-НТ3-рецепторов по специальным показаниям [36].

Также Haohao с соавт. в своем ретроспективном исследовании отметили снижение частоты ПЭС при добавлении дексаметазона к эмульсия липиодола [37].

Прогнозы применения метода.

За последнее десятилетие было разработано несколько прогностических шкал для прогнозирования результатов лечения ТАХЭ (табл.1). Критерии рефрактерности ТАХЭ были впервые в мире установлены Японским обществом гепатологии (JSH) в 2011 году [38]. Рефрактерность ТАХЭ определяется Международной экспертной группой вмешательств при гепатоцеллюлярной карциноме (EPOIHCC) как отсутствие ответа после процедур TACE в течение шести месяцев [39]. Частота неудачи/рефрактерности ТАХЭ считается достаточно высокой, в диапазоне от 37 до 49,3% [40]. Поэтому важно определить прогностические факторы, чтобы дифференцировать пациентов, которые получат пользу или нет от повторных процедур ТАХЭ.

Прогностическая шкала артериальной эмболизации HAP делит пациентов на четыре группы в зависимости от уровня биохимических маркеров крови: в зависимости от уровня альбумина, билирубина, АФП и размера доминирующей опухоли. Один балл присваивается, если альбумин < 36 г/дл, билирубин > 17 мкмоль/л, АФП > 400 нг/мл или размер доминирующей опухоли > 7 см. Оценка по шкале HAP рассчитывается по сумме этих баллов, и пациенты классифицируются на группы низкого (HAP A, 0 баллов), промежуточного (HAP B, 1 балла), высокого (HAP C, 2 балла) или очень высокого (HAP D, > 2 балла) групп риска. Медиана выживаемости в группах A, B, C и D составила 27,6, 18,5, 9,0 и 3,6 месяца соответственно [41].

Шкала APT (оценка для повторного лечения с помощью ТАХЭ) была создана для дифференциации пациентов, которым будет полезна вторая процедура ТАХЭ. Создатели шкалы провели исследование, разделив пациентов на группы в зависимости от рентгенологического ответа опухоли после первой ТАХЭ, было ли увеличение сывороточной АСТ (аспартатаминотрансферазы) на >25% и было ли увеличение балла по шкале Чайлд-Пью на 1 или ≥2 балла. В исследовании был сделан вывод о том, что более высокий балл APT был связан с ухудшением прогноза и серьезными нежелательными явлениями,

Таблица 1

Прогностические шкалы.
Prognostic scales.

Шкала	Параметры, взятые за основу	Прогностическая валидация	Слабые стороны шкалы
HAP [41]	Альбумин, билирубин, АФП, размер доминантной опухоли	Состояние пациентов ГЦК после проведения ТАХЭ	Не выявлено
RT [42]	Рентгенологическая картина после первой ТАХЭ, повышение сывороточного АСТ, повышение суммированного балла по стандартной шкале Чайлд-Пью	Дифференциация пациентов, которым будет полезна вторая ТАХЭ	На сегодняшний день не удалось предсказать общую выживаемость у пациентов, получавших повторную ТАХЭ, исследования в данном направлении ведутся
STATE [43]	Альбумин, СРБ, размер доминантной опухоли, общее количество опухолей	Выявление пациентов, непригодных для проведения ТАХЭ впервые	Не выявлено
ABCR [44]	Рентгенологическая картина после первой ТАХЭ, АФП, повышение суммированного балла по стандартной шкале Чайлд-Пью	Дифференциация пациентов, которым будет полезна вторая ТАХЭ	На сегодняшний день не удалось предсказать общую выживаемость у пациентов, получавших повторную ТАХЭ
CHIP [45]	Повышение суммированного балла по стандартной шкале Чайлд-Пью, общее количество опухолей, вирусная нагрузка	Стратификация пациентов в рамках промежуточной стадии	Не выявлено
M-TACE [46]	Билирубин, МНО, СРБ, креатинин, АФП, распространённость опухоли	Выявление пациентов, которые с наибольшей вероятностью получат пользу от повторной ТАХЭ	Не выявлено
Pre-TACE & Post-TACE predict [47]	Размер опухоли, количество опухолей, АФП, альбумин, билирубин, сосудистая инвазия, причина, рентгенологический ответ	Прогнозирование выживаемости среди пациентов, получающих ТАХЭ	Необходимость в создании специального калькулятора

и что эти пациенты могут не получить пользы от дальнейшей ТАХЭ [42].

Шкала STATE-score (Selection for TrAnsarterial chemoembolization TrEatment) была создана для выявления пациентов, которые не подходят для первой ТАХЭ. Hucke с соавт. разделили пациентов на две группы (<18, ≥18 баллов) в зависимости от уровня альбумина и СРБ, а также от того, находятся ли они в пределах или за пределами критериев семи (если сумма диаметра самой большой опухоли и количества опухолей меньше семи). Медиана выживаемости составила 5,3 месяца для первой группы (<18 баллов) и 19,5 месяцев для второй (≥18 баллов). Исследователи пришли к выводу, что более низкий показатель STATE был связан с повышенной смертностью после ТАХЭ [43]. Они также объединили баллы STATE и APT в стратегию START, чтобы выявить лучших кандидатов на повторные ТАХЭ [43].

Шкала ABCR, аналогичная шкале APT, была разработана для выявления подходящих пациентов, которым будет эффективно повторное лечение ТАХЕ [44].

Шкала CHIP (Chiba HCC in Intermediate-stage Prognostic), разработанная авторами из Университета Тиба и больницы города Нумазу, помогает стратифицировать пациентов в пределах стадии В. Этот балл в диапазоне от нуля до семи определяется суммой трех баллов по подшкале: Чайлд-Пью, количество поражений и положительный результат на ВГС-РНК. Согласно их сумме, пациенты были стратифицированы на пять групп [45].

В шкале Мюнхена-TACE (M-TACE) используются значения билирубина, международного нормализованного отношения, С-реактивного белка, креатинина и АФП, а также характеристика опухоли (размер и количество узелков, сосудистая инвазия, метастазирование) для разделения пациентов на три подгруппы [46].

В 2020 году Han с соавт. создали две новые прогностические оценки: модель «Pre-TACE-Predict» и модель «Post-TACE-Predict». При начислении баллов учитывались следующие параметры: количество и размер опухоли, альфа-фетопротеин, альбумин, билирубин, сосудистая инвазия, радиологический ответ, оцениваемые по критериям mRECIST. В соответствии с их оценкой, пациенты были классифицированы по четырем различным категориям риска, с медианой общей выживаемости от семи месяцев до более чем четырех лет [47].

Заключение.

Несмотря на то, что ТАХЭ в настоящее время считается методом первой линии для пациентов с ГЦК на промежуточной стадии, недавние исследования показали, что он может быть полезен для пациентов после промежуточной стадии по BCCLC. Более того, поскольку BCLC стадии B представляет собой гетерогенную группу, не все пациенты с промежуточной стадией ГЦК получают одинаковую эффект от ТАХЭ.

Таким образом, решение о распределении лечения должно приниматься консилиумом специалистов, а каждый пациент с ГЦК должен получать индивидуальное лечение в соответствии с его индивидуальными особенностями в контексте междисциплинарного подхода.

Следует отметить, что ТАХЭ с ЛНМ является активно применяемой процедурой с доказанной эффективностью и известными побочными

эффектами, и противопоказаниями. Тем не менее, необходимы дополнительные исследования и клинические испытания для пересмотра критериев отбора пациентов, введения новых показаний и стратификации пациентов в соответствии с их индивидуальной прогностической оценкой.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Siegel R.L., Giaquinto A.N., Jemal A. Cancer Statistics, 2024. CA Cancer J Clin. 2024 Jan-Feb;74;1:12-49. Doi: 10.3322/caac.21820. Epub 2024 Jan 17.
2. Bray F., Laversanne M., Sung H., Ferlay J., Siegel R.L., Soerjomataram I., Jemal A. Global Cancer Statistics 2022: Globocan Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. CA Cancer J Clin. 2024 May-Jun;74;3:229-263. Doi: 10.3322/caac.21834. Epub 2024 Apr 4. PMID: 38572751.
3. Бредер В.В., Базин И.С., Балахнин П.В., Виршке Э.Р., Косырев В.Ю., Ледин Е.В. и др. Практические рекомендации по лекарственному лечению больных злокачественными опухолями печени и желчевыводящей системы. Практические рекомендации RUSSCO, часть 1 // Злокачественные опухоли. 2023. Т.13. №3s2. С. 494–538 [Breder V.V., Bazin I.S., Balakhnin P.V., Virshke E.R., Kosyrev V.Yu., Ledin Ye.V., et al. Practical Guidelines for the Drug Treatment of Patients with Malignant Tumors of the Liver and Biliary Tract. RUSSCO Practical Guidelines, Part 1. Zlokachestvennyye Opukholi = Malignant Tumors. 2023;13;3s2:494–538 (In Russ.)]. Doi: 10.18027/2224-5057-2023-13-3s2-1-494-538.
4. Balogh J., Victor D. III, Asham E.H., et al. Hepatocellular Carcinoma: a Review. Journal of Hepatocellular Carcinoma. 2016;3:41-53. Doi: 10.2147/JHC.S61146.
5. Akinyemiju T., Abera S., Ahmed M., et al. The Burden of Primary Liver Cancer and Underlying Etiologies From 1990 to 2015 at the Global, Regional, and National Level. JAMA Oncol. 2017;312:1683 - 1691. Doi: 10.1001/jamaoncol.2017.3055.
6. Долгушин Б.И. Интервенционная радиология в онкологии: Национальное руководство в 3-х томах / Под ред. Б.И.Долгушина. М.: Издательский дом Видар-М, 2022. 783 с. [Dolgushin B.I. Interventsionnaya Radiologiya v Onkologii = Interventional Radiology in Oncology. National Guidelines in 3 Vol. Ed. Dolgushin B.I. Moscow, Izdatel'skiy Dom Vidar-M Publ., 2022. 783 p. (In Russ.)]. ISBN 978-5-88429-265-9.
7. Machairas N., Tsilimigras D.I., Pawlik T.M. State-of-the-Art Surgery for Hepatocellular Carcinoma. Langenbecks Arch Surg. 2021 Nov;406;7:2151-2162. Doi: 10.1007/s00423-021-02298-3. Epub 2021 Aug 18. PMID: 34405284.
8. Grandhi M.S., Kim A.K., Ronnekleiv-Kelly S.M., Kamel I.R., Ghasebeh M.A., Pawlik T.M. Hepatocellular Carcinoma: From Diagnosis to Treatment. Surg Oncol. 2016 Jun;25;2:74-85. Doi: 10.1016/j.suronc.2016.03.002. Epub 2016 Mar 5. PMID: 27312032.
9. Liu C.Y., Chen K.F., Chen P.J. Treatment of Liver Cancer. Cold Spring Harb Perspect Med. 2015 Jul 17;5;9:a021535. Doi: 10.1101/cshperspect.a021535. PMID: 26187874; PMCID: PMC4561392.
10. Crocetti L., Bargellini I., Cioni R. Loco-Regional Treatment of HCC: Current Status. Clin Radiol. 2017 Aug;72;8:626-635. Doi: 10.1016/j.crad.2017.01.013. Epub 2017 Feb 28. PMID: 28258743.
11. Couri T., Pillai A. Goals and Targets for Personalized Therapy for HCC. Hepatol Int. 2019 Mar;13;2:125-137. Doi: 10.1007/s12072-018-9919-1. Epub 2019 Jan 1. PMID: 30600478.
12. Shanker M.D., Liu H., Lee Y.Y., Stuart K.A., Powell E.E., Wigg A., Pryor D.I. Stereotactic Radiotherapy for Hepatocellular Carcinoma: Expanding the Multidisciplinary Armamentarium. J. Gastroenterol. Hepatol. 2021;36:873–884.
13. Anwanwan D., Singh S.K., Singh S., Saikam V., Singh R. Challenges in Liver Cancer and Possible Treatment Approaches. Biochim Biophys Acta Rev Cancer. 2020 Jan;1873;1:188314. Doi: 10.1016/j.bbcan.2019.188314. Epub 2019 Nov 1. PMID: 31682895; PMCID: PMC6981221.
14. Chang Y., Jeong S.W., Young Jang J., Jae Kim Y. Recent Updates of Transarterial Chemoembolization in Hepatocellular Carcinoma. Int J Mol Sci. 2020 Oct 31;21;21:8165. Doi: 10.3390/ijms21218165. PMID: 33142892; PMCID: PMC7662786.
15. Попов М.В., Аронов М.С., Восканян С.Э., Карпова О.В. Методика трансартериальной химиоэмболизации при первичных и метастатических опухолях печени // Саратовский научно-медицинский журнал. 2016. Т.12. №4. С. 716-720 [Popov M.V., Aronov M.S., Voskanyan S.E., Karpova O.V. Technique of Transarterial Chemoembolization for Primary and Metastatic Liver Tumors. Saratovskiy Nauchno-Meditsinskiy Zhurnal = Saratov Journal of Medical Scientific Research. 2016;12;4:716-720 (In Russ.)]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-transarterialnoy-himioembolizatsii-pri-pervichnyh-i-metastaticheskih-opuholyah-pecheni.
16. Sieghart W., Hucke F., Peck-Radosavljevic M. Transarterial Chemoembolization: Modalities, Indication, and Patient Selection. J Hepatol. 2015 May;62;5:1187-95. Doi: 10.1016/j.jhep.2015.02.010. Epub 2015 Feb 12. PMID: 25681552.
17. Zou J.H., Zhang L., Ren Z.G., Ye S.L. Efficacy and Safety of cTACE Versus DEB-TACE in Patients with Hepatocellular Carcinoma: a Meta-Analysis. J Dig Dis. 2016 Aug;17;8:510-517. Doi: 10.1111/1751-2980.12380. PMID: 27384075.
18. Chen P., Yuan P., Chen B., Sun J., Shen H., Qian Y. Evaluation of Drug-Eluting Beads Versus Conventional Transcatheter Arterial Chemoembolization in Patients with Unresectable Hepatocellular Carcinoma: a Systematic Review and Meta-Analysis. Clin. Res. Hepatol. Gastroenterol. 2017;41:75–85
19. Han T., Yang X., Zhang Y., Li G., Liu L., Chen T., Zheng Z. The Clinical Safety and Efficacy of Conventional Transcatheter Arterial Chemoembolization and Drug-Eluting Beads-Transcatheter Arterial Chemoembolization for Unresectable Hepatocellular Carcinoma: a Meta-Analysis. Biosci. Trends 2019;13:374–381.
20. Facciorusso A., Di Maso M., Muscatiello N. Drug-Eluting Beads Versus Conventional Chemoembolization for the Treatment of Unresectable Hepatocellular Carcinoma: a Meta-Analysis. Dig. Liver Dis. 2016;48:571–577.
21. Wang H., Cao C., Wei X., Shen K., Shu Y., Wan X., Sun J., Ren X., Dong Y., Liu Y., et al. A Comparison between Drug-Eluting Bead-Transarterial Chemoembolization and Conventional Transarterial Chemoembolization in Patients with Hepatocellular Carcinoma: a Meta-Analysis of Six Randomized Controlled Trials. J. Cancer Res. Ther. 2020;16:243–249.
22. Irie T., Kuramochi M., Takahashi N. Dense Accumulation of Lipiodol Emulsion in Hepatocellular Carcinoma Nodule during Selective Balloon-Occluded Transarterial Chemoembolization: Measurement of Balloon-Occluded Arterial Stump Pressure. Cardiovasc. Interv. Radiol. 2013;36:706–713.
23. Golfieri R., Bezzi M., Verset G., Fucilli F., Mosconi C., Cappelli A., Paccapelo A., Lucatelli P., Magand N., Rode A., et al. Balloon-Occluded Transarterial Chemoembolization: in Which Size Range Does It Perform Best? A Comparison of Its Efficacy Versus Conventional Transarterial Chemoembolization, Using Propensity Score Matching. Liver Cancer. 2021;10:522–534.
24. Hatanaka T., Arai H., Kakizaki S. Balloon-Occluded Transcatheter Arterial Chemoembolization for Hepatocellular Carcinoma. World J Hepatol. 2018 Jul 27;10;7:485-495. Doi: 10.4254/wjh.v10.i7.485. PMID: 30079135; PMCID: PMC6068849.
25. Facciorusso A., Mariani L., Sposito C., Spreafico C., Bongini M., Morosi C., Cascella T., Marchianò A., Camerini T., Bhoori S., Brunero F., Barone M., Mazzaferro V. Drug-Eluting Beads Versus Conventional Chemoembolization for the Treatment of Unresectable Hepatocellular Carcinoma. J Gastroenterol Hepatol. 2016 Mar;31;3:645-53. Doi: 10.1111/jgh.13147. PMID: 26331807.
26. Lucatelli P., de Rubeis G., Rocco B., Basilico F., Cannavale A., Abbatecola A., Nardis P.G., Corona M., Brozzetti S., Catalano C., et al. Balloon Occluded TACE (B-TACE) vs DEM-TACE for HCC: a Single Center Retrospective Case Control Study. BMC Gastroenterol. 2021;21:51.
27. Raoul J.-L., Sangro B., Forner A., Mazzaferro V.M., Piscaglia F., Bolondi L., Lencioni R. Evolving Strategies for the Management of Intermediate-Stage Hepatocellular Carcinoma: Available Evidence and Expert Opinion on the Use of Transarterial Chemoembolization. Cancer Treat. Rev. 2011;37:212–220.
28. Mazzaferro V., Llovet J.M., Miceli R., Bhoori S., Schiavo M., Mariani L., Camerini T., Roayaie S., Schwartz M.E., Grazi G.L., et al. Predicting Survival after Liver Transplantation in Patients with Hepatocellular Carcinoma Beyond the Milan Criteria: a Retrospective, Exploratory Analysis. Lancet Oncol. 2009;10:35–43.
29. Kimura H., Ohkawa K., Miyazaki M., Sakakibara M., Imanaka K., Tamura T., Sueyoshi H., Takada R., Fukutake N., Uehara H., Ashida R., Ioka T., Nakazawa T., Nakanishi K., Katayama K. Subclassification of Patients with Intermediate-Stage (Barcelona Clinic Liver Cancer Stage-B) Hepatocellular Carcinoma Using the Up-To-Seven Criteria and Serum Tumor Markers. Hepatol Int. 2017 Jan;11;1:105-114. Doi: 10.1007/s12072-016-9771-0. Epub 2016 Oct 20. PMID: 27766479.
30. Bolondi L., Burroughs A., Dufour J.F., Galle P.R., Mazzaferro V., Piscaglia F., Raoul J.L., Sangro B. Heterogeneity of Patients with Intermediate (BCLC B) Hepatocellular Carcinoma: Proposal for a Subclassification to Facilitate Treatment Decisions. Semin Liver Dis. 2012 Nov;32;4:348-59. Doi: 10.1055/s-0032-1329906. Epub 2013 Feb 8. PMID: 23397536.
31. Лерут Я., Езари С., Фогенн М., Акенин К., Лай К. Гепатоцеллюлярный рак и трансплантация печени: от хаоса к порядку // Альманах клинической медицины. 2018. №6. С. 552-559 [Lerut Ya., Yezari S., Fogenn M., Akenin K., Lay K. Hepatocellular Carcinoma and Liver Transplantation: from Chaos to Order. Al'manakh Klinicheskoy Meditsiny = Almanac of Clinical Medicine. 2018;6:552-559 (In Russ.)]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/gepatotsellyulyarnyy-rak-i-transplantatsiya-pecheni-ot-haosa-k-poryadku.
32. Tsurusaki M., Murakami T. Surgical and Locoregional Therapy of HCC: Tace. Liver Cancer. 2015 Sep;4;3:165-75. Doi: 10.1159/000367739. Epub 2015 Jul 10. PMID: 26675172; PMCID: PMC4608659.

33. Lencioni R., de Baere T., Soulen M.C., Rilling W.S., Geschwind J.F. Lipiodol Transarterial Chemoembolization for Hepatocellular Carcinoma: a Systematic Review of Efficacy and Safety Data. Hepatology. 2016 Jul;64;1:106-16. Doi: 10.1002/hep.28453. Epub 2016 Mar 7. PMID: 26765068.
34. Mason M.C., Massarweh N.N., Salami A., Sultenfuss M.A., Anaya D.A. Post-Embolization Syndrome as an Early Predictor of Overall Survival after Transarterial Chemoembolization for Hepatocellular Carcinoma. HPB (Oxford). 2015 Dec;17;12:1137-44. Doi: 10.1111/hpb.12487. Epub 2015 Sep 16. PMID: 26374137; PMCID: PMC4644367.
35. Agrawal R., Majeed M., Aqeel S.B., Wang Y., Haque Z., Omar Y.A., Upadhyay S.B., Gast T., Attar B.M., Gandhi S. Identifying Predictors and Evaluating the Role of Steroids in the Prevention of Post-Embolization Syndrome after Transarterial Chemoembolization and Bland Embolization. Ann Gastroenterol. 2021;34;2:241-246. Doi: 10.20524/aog.2020.0566. Epub 2020 Dec 12. PMID: 33654366; PMCID: PMC7903567.
36. Ogasawara S., Chiba T., Ooka Y., Kanogawa N., Motoyama T., Suzuki E., Tawada A., Nagai K., Nakagawa T., Sugawara T., Hanaoka H., Kanai F., Yokosuka O. A Randomized Placebo-Controlled Trial of Prophylactic Dexamethasone for Transcatheter Arterial Chemoembolization. Hepatology. 2018 Feb;67;2:575-585. Doi: 10.1002/hep.29403. Epub 2017 Dec 23. PMID: 28746788.
37. Kudo M., Izumi N., Kokudo N., Matsui O., Sakamoto M., Nakashima O., Kojiro M., Makuuchi M. HCC Expert Panel of Japan Society of Hepatology. Management of Hepatocellular Carcinoma in Japan: Consensus-Based Clinical Practice Guidelines Proposed by the Japan Society of Hepatology (JSH) 2010 updated Version. Dig Dis. 2011;29;3:339-64. Doi: 10.1159/000327577. Epub 2011 Aug 9. PMID: 21829027.
38. Cheng A.L., Amarapurkar D., Chao Y., Chen P.J., Geschwind J.F., Goh K.L., Han K.H., Kudo M., Lee H.C., Lee R.C., Lesmana L.A., Lim H.Y., Paik S.W., Poon R.T., Tan C.K., Tanwandee T., Teng G., Park J.W. Re-Evaluating Transarterial Chemoembolization for the Treatment of Hepatocellular Carcinoma: Consensus Recommendations and Review by an International Expert Panel. Liver Int. 2014 Feb;34;2:174-83. Doi: 10.1111/liv.12314. Epub 2013 Nov 20. PMID: 24251922.
39. Zhong B.Y., Wang W.S., Zhang S., Zhu H.D., Zhang L., Shen J., Zhu X.L., Teng G.J., Ni C.F. Re-Evaluating Transarterial Chemoembolization Failure/Refractoriness: a Survey by Chinese College of Interventionalists. J Clin Transl Hepatol. 2021 Aug 28;9;4:521-527. Doi: 10.14218/JCTH.2021.00049. Epub 2021 Apr 8. PMID: 34447681; PMCID: PMC8369015.
40. Kadalayil L., Benini R., Pallan L., O'Beirne J., Marelli L., Yu D., Hackshaw A., Fox R., Johnson P., Burroughs A.K., Palmer D.H., Meyer T. A Simple Prognostic Scoring System for Patients Receiving Transarterial Embolisation for Hepatocellular Cancer. Ann Oncol. 2013 Oct;24;10:2565-2570. Doi: 10.1093/annonc/mdt247. Epub 2013 Jul 14. PMID: 23857958; PMCID: PMC4023407.
41. Sieghart W., Hucke F., Pinter M., Graziadei I., Vogel W., Müller C., Heinzl H., Trauner M., Peck-Radosavljevic M. The ART of Decision Making: Retreatment with Transarterial Chemoembolization in Patients with Hepatocellular Carcinoma. Hepatology. 2013 Jun;57;6:2261-73. Doi: 10.1002/hep.26256. Epub 2013 May 3. PMID: 23316013.
42. Hucke F., Pinter M., Graziadei I., Bota S., Vogel W., Müller C., Heinzl H., Waneck F., Trauner M., Peck-Radosavljevic M., Sieghart W. How to STATE Suitability and START Transarterial Chemoembolization in Patients with Intermediate Stage Hepatocellular Carcinoma. J Hepatol. 2014 Dec;61;6:1287-96. Doi: 10.1016/j.jhep.2014.07.002. Epub 2014 Jul 10. PMID: 25016222.
43. Adhoute X., Penaranda G., Naude S., Raoul J.L., Perrier H., Bayle O., Monnet O., Beaurain P., Bazin C., Pol B., et al. Retreatment with TACE: The ABCR SCORE, an Aid to the Decision-Making Process. J. Hepatol. 2015;62:855–862.
44. Ogasawara S., Chiba T., Ooka Y., Kanogawa N., Motoyama T., Suzuki E., Tawada A., Azemoto R., Shinozaki M., Yoshikawa M., et al. A Prognostic Score for Patients with Intermediate-Stage Hepatocellular Carcinoma Treated with Transarterial Chemoembolization. PLoS One. 2015;10:e0125244.
46. Op den Winkel M., Nagel D., Op den Winkel P., Trojan J., Paprottka P.M., Steib C.J., Schmidt L., Göller M., Stieber P., Göhring P., Herbst A., Rentsch M., De Toni E.N., Göke B., Gerbes A.L., Kolligs F.T. Transarterial Chemoembolization for Hepatocellular Carcinoma: Development and External Validation of the Munich-TACE Score. Eur J Gastroenterol Hepatol. 2018 Jan;30;1:44-53. Doi: 10.1097/MEG.0000000000001005. PMID: 29076939.
47. Han G., Berhane S., Toyoda H., Bettinger D., Elshaarawy O., Chan A.W.H., Kirstein M., Mosconi C., Hucke F., Palmer D., Pinato D.J., Sharma R., Ottaviani D., Jang J.W., Labeur T.A., van Delden O.M., Pirisi M., Stern N., Sangro B., Meyer T., Fateen W., García-Fiñana M., Gomaa A., Waked I., Rewisha E., Aithal G.P., Travis S., Kudo M., Cucchetti A., Peck-Radosavljevic M., Takkenberg R.B., Chan S.L., Vogel A., Johnson P.J. Prediction of Survival among Patients Receiving Transarterial Chemoembolization for Hepatocellular Carcinoma: a Response-Based Approach. Hepatology. 2020 Jul;72;1:198-212. Doi: 10.1002/hep.31022. Epub 2020 May 27. PMID: 31698504; PMCID: PMC7496334.

Вклад авторов:
Янина А.В. – разработка концепции исследования, разработка дизайна исследования, сбор и анализ литературного материала, написание текста. **Годило-Годлевский В.А. –** разработка концепции исследования, разработка дизайна исследования, проведение анализа данных, написание и научное редактирование текста. **Горнов С.В. –** разработка теоретической основы исследования, разработка и модификация методик исследования, статистическая обработка данных, научное редактирование текста. **Резник Е.В. –** разработка концепции исследования, разработка дизайна исследования, написание текста, утверждение окончательного варианта статьи.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 20.05.2026. Принята к публикации: 06.09.2026.

Author contributions:
Yanina A.V. – development of the research concept and design, collection and analysis of literature, drafting of the manuscript. **Godilo-Godlevsky V.A.** – development of the research concept and design, data analysis, drafting and scientific editing of the manuscript. **Gornov S.V.** – development of the theoretical framework, development and modification of research methods, statistical data processing, scientific editing of the manuscript. **Reznik E.V**. – development of the research concept and design, drafting of the manuscript, approval of the final version of the article.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Financing. The study had no sponsorship.

Article received: 20.05.2026. Accepted for publication: 06.09.2026.