

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

REVIEW ARTICLE

Хирургия

General Surgery

doi: 10.25005/2074-0581-2025-27-4-1000-1010

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ДИАГНОСТИКИ ГИДАТИДНОГО ЭХИНОКОККОЗА ПЕЧЕНИ

Д.В. ПАХНОВ¹, Г.Д. ОДИШЕЛАШВИЛИ¹, Д.Л. ЛУЦКИЙ², Л.Р. ПАХНОВА³

¹ Кафедра хирургических болезней стоматологического факультета, Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Российская Федерация

² Кафедра биологической химии и клинической лабораторной диагностики, Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Российская Федерация

³ Кафедра лучевой диагностики, Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Российская Федерация

В данном литературном обзоре представлены актуальные сведения о современных лабораторных и инструментальных методах диагностики кистозной формы эхинококкоза печени. При выполнении исследования был проведён научный поиск публикаций в поисковых системах электронных библиотек eLibrary, PubMed, MedLine за период с января 2004 г. по декабрь 2024 г. при поиске использованы ключевые слова «диагностика эхинококкоза», «cytokines», «laboratory diagnostics», «hydatid cyst», «инструментальные методы диагностики», «instrumental diagnostic methods», «viability of hydatid».

При более подробном изучении проблемы диагностики и лечения эхинококкоза приходится сталкиваться с рядом очень важных вопросов, которые не могут считаться решёнными. Одной из таких проблем является разработка способов лабораторного определения жизнеспособности эхинококка, с последующим определением показаний к назначению химиотерапевтического лечения.

Разработка новых, а также совершенствование имеющихся методов диагностики заболевания является приоритетной задачей. Работы по изучению методов лабораторных и инструментальных диагностик определения активных и неактивных форм эхинококка в организме человека могут представлять интерес при выборе тактики лечения больных. Таким образом, изложенное выше обстоятельство служит поводом для выполнения более углублённого анализа нерешённых сторон проблем диагностики и лечения больных с эхинококкозом.

Ключевые слова: эхинококкоз, эпидемиология, лабораторная диагностика, инструментальная диагностика.

Для цитирования: Пахнов ДВ, Одишелашвили ГД, Луцкий ДЛ, Пахнова ЛР. Современные аспекты диагностики гидатидного эхинококкоза печени. *Вестник Авиценны*. 2025;27(4):1000-10. <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2025-27-4-1000-1010>

CONTEMPORARY DIAGNOSIS OF HEPATIC HYDATID ECHINOCOCCOSIS

D.V. PAKHNOV¹, G.D. ODISHELASHVILI¹, D.L. LUTSKY², L.R. PAKHNOVA³

¹ Department of Surgical Diseases, Faculty of Dentistry, Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russian Federation

² Department of Biological Chemistry and Clinical Laboratory Diagnostics, Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russian Federation

³ Department of Radiation Diagnostics, Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russian Federation

This literature review summarizes the latest diagnostic methods for diagnosing hepatic cystic echinococcosis (HCE). The study involved a systematic search of bibliographic databases, including eLibrary, PubMed, and Medline, covering the period from January 2004 to December 2024. The keywords used in the search included "диагностика эхинококкоза", "cytokines", "laboratory diagnostics", "hydatid cyst", "инструментальные методы диагностики", "instrumental diagnostic methods", and "viability of hydatid".

A detailed examination of the diagnosis and treatment of echinococcosis reveals several unresolved critical issues. One major challenge is the development of laboratory methods to assess the viability of echinococcal cysts (ECs), which is crucial for establishing the indications for chemotherapy. Prioritizing the development of new diagnostic methods and the improvement of existing ones for this disease is essential. Research focused on laboratory and imaging techniques to differentiate between active and inactive ECs in humans can significantly inform treatment strategies for patients. Thus, the need for a more in-depth analysis of the unresolved issues in the diagnosis and treatment of echinococcosis is evident.

Keywords: Echinococcosis, epidemiology, laboratory diagnostics, instrumental diagnostics.

For citation: Pakhnov DV, Odishelashvili GD, Lutsky DL, Pakhnova LR. Sovremennye aspekty diagnostiki gidatidnogo ekhinokokkoza pecheni [Contemporary diagnosis of hepatic hydatid echinococcosis]. *Vestnik Avitsenny [Avicenna Bulletin]*. 2025;27(4):1000-10. <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2025-27-4-1000-1010>

ВВЕДЕНИЕ

Эхинококкоз – тяжёлое, хронически протекающее зооантропонозное заболевание, патогеном заболевания служит микроорганизм семейства *Taeniidae*. В настоящее время существует несколько форм эхинококкоза:

- гидатидный или кистозный эхинококкоз, который вызывается паразитом *Echinococcus granulosus*;
- поликистозный эхинококкоз, причиной заболевания служит *Echinococcus vogeli*;
- альвеококкоз, известный также как альвеолярный эхинококкоз, возникает в результате заражения *Echinococcus multilocularis*;
- монокистозный эхинококкоз, причиной указанной нозологической формы является *Echinococcus oligarthrus*.

Лишь две клинические формы из указанных имеют значение для общественного здоровья и здравоохранения, ввиду восприимчивости для человека, а именно альвеолярный и гидатидный [1, 2].

Эхинококкоз, является наиболее распространённым паразитарным заболеванием, встречающимся в хирургической практике. В настоящее время сохраняются стабильно высокие показатели заболеваемости эхинококкозом не только в эндемичных регионах. Ежегодно в мире регистрируется около 188000 новых случаев заболеваемости эхинококкозом [3].

Встречаемость указанного гельминтоза среди трудоспособного населения в возрасте 18-49 лет составляет более 60%, что характеризует проблему как социально-значимую. В структуре заболеваемости имеются также гендерные различия с преобладанием инвазированных среди женского населения – до 52,2% [4, 5]. Важно отметить факт увеличения частоты заболеваемости в регионах с развитым животноводством и сельским хозяйством. Развитие туризма, миграция населения также негативно отражаются на распространённости указанного гельминтоза, отмечается увеличение показателя заболеваемости не только у жителей сельских поселений, но и среди людей, проживающих в городах [6, 7].

При проведении анализа заболеваемости эхинококкозом на территории Российской Федерации в период времени с 2020 г. по 2023 г. можно отметить тенденцию к нарастанию показателя с 0,16 до 0,34 на 100 тыс. населения. Всего в 2020 г. зарегистрировано 233 случая заболевания, при этом из указанной общей массы среди детей до 17 лет выявлено 32 эпизода. В 2021 г. зарегистрирован 281 случай, при этом среди детей диагностировано 35 эпизодов заболевания. Показатель заболеваемости эхинококкозом в 2023 г. составил 0,34 на 100 тыс. населения, всего зарегистрировано 494 случаев, при этом на долю инвазированных в возрасте 17 лет и младше пришлось 60 случаев и составило 15,5%^{1,2}. Показатель летальности от гидатидного эхинококкоза за указанный период имеет следующие значения, так в 2020 г. он составил – 0, в 2021 и в 2022 гг. зарегистрировано по 2 случая и в 2023 г. зафиксировано 3 случая летального исхода².

1 О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2021 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2022. 340 с. https://www.rosпотребнадзор.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=21796

2 О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2022 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2023. 368 с. https://www.rosпотребнадзор.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=25076

INTRODUCTION

Echinococcosis is a severe, long-term zoonotic disease caused by parasitic tapeworms (helminths) of the genus *Echinococcus*, which belongs to the *Taeniidae* family. Currently, there are several types of echinococcosis:

- Hydatid disease, or cystic echinococcosis (CE), is a parasitic infection caused by the larval stage of the *Echinococcus granulosus* tapeworm;
- Polycystic echinococcosis is a rare and potentially fatal parasitic disease caused by the larval stage of the *Echinococcus vogeli* tapeworm;
- Alveolar echinococcosis, also known as alveococcosis, is a severe, life-threatening parasitic disease caused by the larval stage of the tapeworm *Echinococcus multilocularis*;
- Monocystic echinococcosis, caused by *Echinococcus oligarthrus*, is a rare parasitic disease where a single or multiple cysts form in the host's body, typically in the muscles or internal organs.

Only two of these clinical forms are of public health and medical importance due to their susceptibility to humans, specifically alveolar and hydatid types [1, 2].

Echinococcosis is the most common parasitic disease encountered in surgical practice. Despite ongoing efforts, its incidence remains high even beyond endemic regions. Approximately 188,000 new cases are reported globally each year [3].

The occurrence of this helminthiasis among the working-age population aged 18-49 exceeds 60%, making it a significant social concern. Gender differences are present, with a higher prevalence among women, up to 52.2% [4, 5]. It is also noteworthy that the incidence is rising in regions with developed livestock farming and agriculture. Tourism and migration further contribute to the spread of this helminthiasis, with increasing cases among both rural and urban populations [6, 7].

An analysis of echinococcosis cases in Russia from 2020 to 2023 reveals a rising trend, with the incidence increasing from 0.16 to 0.34 cases per 100,000 population. In 2020, 233 cases were reported, including 32 among children under 17. In 2021, the number of cases rose to 281, with 35 involving children. The incidence rate in 2023 reached 0.34 per 100,000, totaling 494 cases, of which 60 (15.5%)^{1,2} were in individuals aged 17 and younger. The mortality rate from hydatid echinococcosis during this period was zero in 2020, two cases in both 2021 and 2022, and three cases in 2023².

Most echinococcal cysts (ECs) are incidental findings during diagnostic evaluation and do not correlate with the symptoms that prompted the patient to seek medical attention. Despite some advancements in understanding echinococcosis, early diagnosis and minimally invasive treatments remain subjects of debate [8].

Diagnosing hepatic CE (HCE) can be challenging due to the long latent period, often unpronounced clinical signs, and the disease's tendency to progress with few symptoms [9-11].

1 The Russian Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-being (Rosпотребнадзор) state report «On the state of sanitary and epidemiological well-being of the population in the Russian Federation in 2021». Moscow, 2022.p.340 (in Russian). Available at: https://www.rosпотребнадзор.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=21796

2 The Russian Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-being (Rosпотребнадзор) state report «On the state of sanitary and epidemiological well-being of the population in the Russian Federation in 2022». Moscow, 2023.p.368 (in Russian). Available at: https://www.rosпотребнадзор.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=25076

Большая часть эхинококковых кист (ЭК) являются случайной диагностической находкой и зачастую не имеет связи с симптомами, послужившими причиной обращения больного к врачу. Несмотря на определённые успехи, достигнутые в изучении эхинококкоза, дискуссионными остаются вопросы ранней диагностики и малоинвазивного лечения [8].

Диагностика гидатидного эхинококкоза печени представляет определённые трудности, в связи с длительным латентным периодом, не всегда выраженной клинической картиной, и, зачастую, скудным на клинические проявления течением заболевания [9-11].

В связи с вышеизложенным, можно прийти к выводу, что при выборе тактики у больных с эхинококкозом необходим комплексный лечебно-диагностический подход с использованием ряда инструментальных и лабораторных методов.

Цель исследования

На основании анализа литературы изучить возможности некоторых современных лабораторных и инструментальных методов диагностики, направленных на верификацию эхинококка в организме человека.

Лабораторная диагностика

Немаловажным значением обладают лабораторные методы исследований при диагностике эхинококкоза. В литературе можно встретить информацию о повышении у ряда пациентов в общем анализе крови числа лейкоцитов, увеличение числа эозинофилов у 18-83% больных, что, в свою очередь, можно связать с развитием аллергической реакции организма, а также осложнённым течением заболевания, которые по сути являются неспецифическими признаками заболевания [11].

Иммунологические методы играют ключевую роль в лабораторной диагностике эхинококкоза. Определение специфических антител к гидатидному эхинококкозу в крови пациентов считается актуальным «золотым стандартом» для диагностики этой патологии. Поиск антител в лабораторных условиях осуществляется с использованием различных иммунодиагностических тестов, таких как тест на антитела с реакцией непрямой гемагглютинации (РНГА), иммуноферментный анализ (ИФА), иммуноблоттинг (ИБ) и иммуноэлектрофорез (ИЭФ). Указанными тестами проводят скрининг, количественную оценку и определяют специфичность обнаруженных иммуноглобулинов [12]. ИФА, а также ИБ являются наиболее распространённой комбинацией методов, используемой для серодиагностики гидатидного эхинококкоза [13, 14]. Использование ИФА позволяет определить в крови больного эхинококкозом наличие специфических антител [14].

Актуальность перечисленных методов зависит от типа используемого антигена. Основным источником антигена является эхинококковая жидкость и два её наиболее иммуногенных компонента: антиген 5 (EgAg5) и антиген В (EgAgB) [15]. Неочищенная эхинококковая жидкость при достаточно высокой чувствительности имеет низкую специфичность [4, 16]. Очищенные нативные или рекомбинантные антигены обеспечивают наилучшую специфичность для серологических результатов. EgAgB

In light of this, it is clear that selecting treatment strategies for patients with echinococcosis requires a comprehensive diagnostic and therapeutic approach that involves a range of imaging and laboratory methods.

PURPOSE OF THE STUDY

Examining literature data for diagnostic techniques for confirming *Echinococcus* in humans.

Laboratory diagnosis

Laboratory tests play a crucial role in diagnosing echinococcosis. Research indicates that some patients may exhibit elevated white blood cell counts, with increased eosinophil counts reported in 18-83% of cases. While these findings can be linked to allergic reactions and a more complicated disease progression, they are generally considered non-specific indicators of the condition [11].

Immunological tests play a crucial role in diagnosing echinococcosis. The detection of specific antibodies to hydatid echinococcosis in a patient's blood is considered the current "gold standard" for diagnosis. This detection is carried out using various immunodiagnostic tests, including the indirect hemagglutination antibody (IHA) test, enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), western blotting (WB), and immunoelectrophoresis (IEF). These tests are used for screening, quantitative assessment, and determination of the specificity of the detected immunoglobulins [12]. ELISA and WB are the most common serological tests for hydatid echinococcosis [13, 14]. ELISA helps identify the presence of specific antibodies in the blood of patients with echinococcosis [14].

The effectiveness of these methods depends on the type of antigen used. The primary source of antigen is hydatid fluid, and its two most immunogenic components are antigens 5 (EgAg5) and B (EgAgB) [15]. Unpurified (crude) EC fluid antigens typically have high sensitivity but low specificity in the serodiagnosis of HCE [4, 16]. Purified native or recombinant antigens provide the best specificity for serological results. EgAgB is most specific, with 77-100% specificity using ELISA [15, 17]. Among the different EgAgB subunits, EgAgB8/1 displays the highest diagnostic sensitivity and specificity [18].

In patients with hydatid echinococcosis who have not undergone surgical or medical treatment, antibody production can be influenced by several factors. These factors depend on the parasite's characteristics, including the integrity of the echinococcal wall and the location, number, and stage of the ECs. Additionally, host factors such as age and the individual's immune response can also play a significant role [19]. Using multiple serological tests simultaneously helps improve the sensitivity of serological diagnosis [20]. The data presented, based on a meta-analysis of 1613 studies, show that combining ELISA and WB methods provides high diagnostic accuracy [20].

The IHA assay may have diagnostic value in some cases. This method is based on the principle that if a patient's serum contains antibodies specific to the antigen pre-adsorbed onto the surface of the treated RBCs, these antibodies will bind to multiple sensitized cells, causing them to agglutinate. According to existing literature, the sensitivity and specificity of this method range from 50% to 85% [21].

Current data highlight the efficacy of the agar gel double-diffusion test for diagnosing echinococcosis, with sensitivity reaching 84% [21, 22].

наиболее информативен со специфичностью 77-100% при использовании ИФА [15, 17]. Более высокая специфичность достигается при использовании наиболее реакционноспособного рекомбинантного EgAgB8/1 [18].

У пациентов с гидатидным эхинококкозом, не получавших хирургическое или медикаментозное лечение, на выработку сывороточных антител могут влиять несколько факторов в зависимости от характеристик паразита, таких как целостность стенки ЭК, локализация, количество и стадия ЭК, а также характеристики хозяина, такие как возраст и иммунный ответ [19]. Одновременное использование нескольких серологических тестов способствует увеличению чувствительности серодиагностики [20]. Представленные данные, основанные на метаанализе 1613 исследований демонстрируют, что сочетание методов ИФА и вестерн-блота обладает высокой диагностической способностью [20].

Использование РНГА в ряде случаев может обладать диагностической ценностью. В основу данного метода положена способность красных кровяных телец к агглютинации с предварительно абсорбированными на их поверхности антителами либо антигенами, а также при наличии гомологичных сывороток. По доступным литературным данным, чувствительность и специфичность метода может варьировать в пределах от 50 до 85% [21].

Анализ имеющихся современных научных данных позволяет получить информацию об использовании для диагностики эхинококкоза реакции двойной диффузии в агаровом геле. Чувствительность метода составляет до 84% [21, 22].

Лабораторная диагностика эхинококкоза зачастую направлена на выявление самого факта заболевания. Поскольку известно, что эхинококк в организме инвазированного человека может пребывать в двух формах – активной (жизнеспособной) и неактивной (нежизнеспособной), – то работы, направленные на изучение методов верификации жизнеспособности гельминта, являются наиболее актуальными. Давно установлено, что одним из методов эффективного лечения ЭК является химиотерапевтическое воздействие, однако также известно, что препараты, используемые для химиолечения обладают высокой гепато- и нефротоксичностью. Поэтому назначение медикаментозного лечения эхинококкоза оправдано больным с жизнеспособной формой гельминта.

Изучение методов определения жизнеспособности эхинококка, направленных на выявление активной, живой фазы пребывания паразита в организме человека или, напротив, обнаружение погибшего гельминта, может кардинально изменить лечебную тактику. Ранняя клиническая диагностика эхинококкоза представляет трудную задачу в силу скудности или отсутствия симптоматики. Существующие в настоящее время известные диагностикумы направлены на определение эхинококкоза в организме человека вне зависимости от его формы существования и не позволяют определить жизнеспособность паразита. Эффективная оценка жизнеспособности протосколексов эхинококка необходима не только для выбора наиболее эффективной тактики лечения больных, но и для лучшего понимания важности различных видов промежуточных хозяев в передаче паразитов [23].

Поиск эффективного маркера иммунологического ответа, свидетельствующего в пользу жизнеспособности эхинококка в настоящее время, является одной из приоритетных задач.

The laboratory evaluation of echinococcosis often aims to make a de facto diagnosis. ECs can exist in active (viable) and inactive (non-viable or quiescent) forms within an infected individual. Therefore, research focused on methods to verify the EC viability is particularly important. Chemotherapy has long been established as an effective treatment for echinococcosis. However, the drugs used for this treatment are known to be highly hepatotoxic and nephrotoxic. Consequently, drug therapy for echinococcosis is primarily justified in patients with viable cysts.

Exploring methods to assess EC viability could significantly change treatment approaches. Early diagnosis of echinococcosis is challenging due to either a lack of symptoms or subtle presentations. Current diagnostic kits are designed to detect echinococcosis in humans regardless of the parasite's form, but they do not assess the EC viability. Accurately evaluating the viability of echinococcal protoscoleces is crucial not only for selecting the most effective treatment but also for understanding the parasite's role in the transmission dynamics of various intermediate hosts [23].

The quest for a reliable immunological marker of *Echinococcus* viability is a top priority. Antigens such as Ag5 and AgB are particularly promising due to their strong immunoreactivity and high concentrations found in hydatid fluid [23]. Antigen B (AgB) is a particularly suitable biomarker for monitoring the development and progression of hydatid echinococcosis due to its high abundance and immunogenicity, its role in parasite lipid metabolism, and its ability to modulate the host's immune response, which includes acting as a ligand for monocytes and macrophages [24-27].

Echinococcus can remain viable in its intermediate host for many years, successfully evading or modulating the host's immune response. Hydatid cysts may be considered as fertile (with protoscoleces) and sterile (fluid-filled without protoscoleces). Protoscoleces are produced through asexual reproduction from the inner germinal layer of the mother hydatid cyst. This parasite develops a massive, carbohydrate-rich acellular structure, known as the laminated layer, surrounded by a host-derived fibrous capsule that protects it from the host's immune and physiological responses [28]. Echinococcal fluid is a complex mixture of the protoscolex waste products and secretions from the germinal layer of the parasite. These components confer antigenic properties to the parasite, i.e., they can trigger an immune response in the host [29]. The helminth employs several components and mechanisms to evade host defenses, disrupt homeostasis, and ensure long-term survival without causing rapid host death [30].

Recent studies confirm that *Echinococcus* species employ molecular mimicry by producing antigens, including agglutinogens, that resemble host molecules, such as ABO blood group antigens and immunoregulatory polypeptides [31].

The interaction between the helminth's surface antigens and host tissues is a critical factor that triggers the host immune system to respond to substances produced during the parasite's metabolism and necrobiosis. Echinococcal antigens are broadly classified as exogenous and endogenous [31].

Exogenous antigens are continuously released by living helminths through their excretory/secretory products, which are a significant source of immunomodulatory molecules that constantly sensitize host tissues and activate a chronic immune response. Conversely, endogenous antigens become relevant after the death of the parasite, such as the rupture of an EC. The sudden release of a large amount of previously contained endogenous antigens into the host body can trigger a strong, often complex and dangerous,

Наиболее изученными и многообещающими антигенами являются Ag5 и AgB из-за их выраженной иммунореактивности и относительно высокой концентрации в гидатидной жидкости [23]. Ряд особенностей AgB делает его хорошим кандидатом в биомаркеры развития и прогрессирования гидатидного эхинококкоза. Обнаружено предполагаемое участие указанного антигена в метаболизме липидов паразита и в качестве потенциального лиганда для рецепторов моноцитов и макрофагов [24-27].

Известно, что в большинстве случаев эхинококк остаётся жизнеспособным в организме хозяина в течение многих лет, несмотря на иммунную агрессию со стороны хозяина. ЭК заполнена эхинококковой жидкостью, которая может быть фертильной либо стерильной. Фертильные кисты содержат протосколексы, продуцируемые зародышевым слоем материнской кисты путём бесполого размножения. Киста полностью покрыта фиброзной капсулой, богатой углеводами, которая защищает паразит от иммунологических и физиологических реакций, происходящих в организме хозяина [28]. Эхинококковая жидкость представляет собой сложную смесь продуктов жизнедеятельности протосколексов и зародышевого слоя материнской кисты, что, в свою очередь, и придаёт паразиту антигенные свойства [29]. Известно, что гельминт обладает набором специфичных компонентов, позволяющих ему игнорировать защитные факторы организма инвазированного и одновременной продукции необходимых соединений, нарушающих гомеостаз и иммунный статус хозяина, при этом не приводя его к быстрой гибели [30].

В настоящее время имеются исследования, указывающие на то, что паразиты обладают способностью вырабатывать агглютиногены, аналогичные антигенам группы крови АВО. Указанная способность непосредственно сказывается на этапе инвазии. Такой механизм адаптации называется молекулярной мимикрией, при которой эпитопы, находящиеся на поверхности гельминтов, имитируют антигены их хозяев. Более того, первичная структура белков гельминта копирует структуру некоторых иммунорегуляторных полипептидов хозяина [31].

Установлено, что ключевым звеном развития сенсibilизирующей реакции при биологической коммуникации между эхинококком и организмом человека является контакт поверхностных антигенов гельминта с тканями инвазированного. В результате указанного взаимодействия возникает иммунный ответ человека на патогены, появившиеся в процессе метаболизма и некробиоза паразитов. Патогены классифицируют на экзо- и эндогенные [31].

Экзогенные патогены формируются в результате жизнедеятельности гельминтов, активируя иммунные реакции благодаря постоянному сенсibilизирующему воздействию на тканевые структуры человека. В свою очередь, эндогенные антигены начинают воздействовать на человеческий организм после смерти эхинококка, способствуя формированию иммунного ответа, а часто и сложных аллергических реакций. Известна роль семейства интерлейкинов (IL) в развитии воспалительного/иммунного ответа. Например, концентрация интерлейкина-27 (IL-27) в плазме у пациентов с гидатидным эхинококком может быть важным биомаркером для определения биологической жизнеспособности эхинококка и оценки эффективности антипаразитарных препаратов, а также хирургического лечения [32].

Таким образом, фертильность и жизнеспособность эхинококка сопряжены с высокой метаболической активностью

аллергической или анафилактической реакции. Исследования указывают на то, что концентрации интерлейкина-27 (IL-27) могут служить потенциальным биомаркером для различения биологической жизнеспособности ЭК и для оценки эффективности антипаразитарных препаратов [32].

Высокая метаболическая скорость паразита коррелирует с его фертильностью и жизнеспособностью, а обнаружение специфических цитокинов может сигнализировать об иммунном ответе на антигенные продукты паразита в инфицированном организме, вовлекая фагоцитоз и презентацию Т-хелперными клетками антиген-презентирующими клетками (АПК) [33-35].

Imaging studies

Ультразвуковое исследование, мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ), и магнитно-резонансная томография (МРТ) являются широко используемыми современными методами для диагностики эхинококкоза, особенно для выявления кист в различных анатомических локациях [36].

Ультразвуковая диагностика является наиболее широко используемой техникой для диагностики эхинококкоза из-за её многочисленных преимуществ. Эти преимущества включают быструю эффективность, потенциал для интраоперационного использования, экономическую эффективность, безопасность при отсутствии радиационной нагрузки, и портативность, что делает её особенно полезной для bedside-приложений. Ультразвуковая диагностика позволяет точно идентифицировать очаговые поражения и может облегчить ультразвуково-руководимые биопсии, если это требуется [37]. После операции ультразвук важен для мониторинга процесса заживления, в частности помогая оценить размер остаточных кист и контролировать их облитерацию со временем, позволяя врачам эффективно управлять восстановлением пациента.

ЭК имеет характерные ультразвуковые признаки. Одним из ключевых признаков является гиперэхоичная оболочка, описанная как "double wall sign" на ультразвуке, представляющая собой паразитарную оболочку и паразитарную ламинированную мембрану (ectocyst). Гиперэхоичные включения, известные как гидатидный песок, обнаруженные на внутренней поверхности мембраны, являются патогномоничными для гидатидной кисты. Кроме того, дочерние кисты, которые выглядят как плавающие сферы, обнаруживаются внутри просвета основной ЭК.

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) Информальная рабочая группа по эхинококкозу (WHO-IWGE) ввела стандартизированную классификацию для ЭК в 2003 году, которая эволюционировала из более ранней классификации Gharbi [36, 38-40]. Эта система категоризирует кисты в несколько стадий для стандартизации диагностики и стратегий управления:

CE1 (CE Type 1): Unilocular, anechogenic cystic lesion with clear borders (pure fluid collection).

CE2 (CE Type 2): Multivesicular, anechogenic lesion with daughter cysts visible (the "rosette" or "wheel" sign).

CE3A (CE Type 3A): Anechogenic lesion with detached membranes present ("water lily" sign).

CE3B (CE Type 3B): Predominantly solid lesion with daughter cysts visible, highly complex structure.

CE4 (CE Type 4): Heterogeneous, non-viable, solid mass (degenerate cyst).

CE5 (CE Type 5): Solid with calcification (calcified cyst wall). Ультразвук имеет высокую чувствительность около 97% и специфичность около 90% для гидатидной кисты [36, 41].

Хотя ультразвук имеет много преимуществ, он также имеет некоторые ограничения. Одним из значительных ограничений является то, что геморрагические сгустки в непаразитарной кисте могут быть ошибочно приняты за признаки паразитарной (эхинококковой) кисты. Это ограничение связано с тем, что геморрагические сгустки являются аваскулярными и не отображают сигнал кровотока на цветном доплеровском изображении [41]. Индивидуальные характеристики пациента, особенно гиперстенический тип телосложения (связанный с высоким индексом массы тела или ожирением), могут негативно повлиять на результаты ультразвуковой диагностики эхинококкоза.

паразита. Обнаружение того или иного цитокинового профиля может свидетельствовать о выработке гельминтом антигенных продуктов, доступных иммунной системе заражённого человека для фагоцитоза и введения в Т-хелперные клетки антигенпредставляющих клеток [33-35].

Инструментальная диагностика

Наиболее востребованными и современными методами инструментальной диагностики эхинококкоза различной локализации являются ультразвуковое исследование (УЗИ), мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ) [36].

УЗИ по праву можно считать наиболее популярным методом визуализации ЭК различных локализаций среди клиницистов. Востребованность данного вида исследования можно объяснить рядом положительных качеств, выгодно отличающих данный метод от других, а именно: быстротой выполнения, возможностью интраоперационного использования, дешевизной метода, отсутствием лучевой нагрузки, а также мобильностью, что немаловажно при необходимости использования «у постели больного». УЗИ позволяет обеспечивать дифференцированный подход при обнаружении очаговых образований и в случае необходимости сопроводить ультразвуковой навигацией выполнение процедуры пункционной биопсии [37]. Немаловажное значение метода УЗИ имеет использование его в послеоперационном периоде при оценке размеров остаточной полости и при динамическом контроле над её облитерацией.

ЭК обладает рядом отличительных ультразвуковых признаков. Одной из таких особенностей является наличие гиперэхогенного ободка, чем является хитиновая оболочка. На внутренней поверхности указанной структуры можно визуализировать гиперэхогенные включения, так называемый – гидатидный песок. В просвете ЭК зачастую можно обнаружить дочерние кисты, проявляющихся в виде округлых образований.

Так, в 2003 г. ВОЗ предложена классификация эхинококкоза по соответствующим ультразвуковым признакам. В основу данного разделения положена классификация Н. Gharbi [36, 38-40]. В свою очередь, при исследовании можно обнаружить солитарную кисту, с чётко визуализирующейся стенкой, просвет которой выполнен однородной жидкостью без каких-либо дополнительных включений – CE1 – однокамерная киста с характерными признаками эхинококковой. На фоне отчётливо определяющейся стенки кисты возможна визуализация так называемого «эхинококкового песка», представленного экзогенными округлыми включениями различного размера, изменяющими своё расположение в просвете кисты в зависимости от перемещения тела пациента – CE2 – ЭК с наличием дочерних кист в её просвете. Наличие упомянутых ультразвуковых признаков может свидетельствовать об активной стадии эхинококкоза. Во время обследования такие проявления, как «симптом лилии» или «симптом кувшинки», указывают на отделение хитиновой оболочки от фиброзной капсулы, что может являться признаком гибели паразита – CE3a – ЭК с признаками характерными начавшегося некроза паразита. На фоне наличия указанных признаков гибели материнской кисты могут присутствовать признаки жизнеспособных активных дочерних кист, что свидетельствует о переходной стадии кисты – CE3b – ЭК с признаками гибели материнской кисты и наличием жизнеспособных

elements (cysts). Difficulties can also arise when interpreting ultrasound data in cases where both cancer and ECs are present, e.g., lung cancer invading the liver and liver EC in the same patient, which can pose significant diagnostic difficulties [42].

MSCT offers high diagnostic resolution, which is essential for detecting even small cysts and accurately determining their size and location within organs. The method allows for precise identification of the relationship between the cyst and surrounding vital structures [43]. However, MSCT cannot differentiate cystic tumors, non-parasitic cysts, and CE 1 cysts because of their similar radiographic features [44].

The addition of an intravenous bolus of contrast material significantly improves MSCT scans' ability to differentiate EC from tumors. According to the literature, the diagnostic accuracy exceeds 95% [45]. Nonetheless, MSCT has limitations, including high cost, contraindications during early pregnancy and in patients with chronic renal failure, radiation exposure, and potential allergic reactions to contrast agents [46].

MRI is a highly effective diagnostic tool for detecting small cysts. It allows for multiple slices and direct multiplanar imaging, providing a detailed, 3D view of the lesion's exact size, shape, internal structure, and its relationship to surrounding anatomical structures. Limitations include motion artifacts and the need for prolonged breath-holding to eliminate them [47]. Contraindications include implanted MRI-incompatible devices or structures, claustrophobia, and pregnancy during the first trimester [48].

A comprehensive analysis of the diagnosis and treatment of echinococcosis reveals several key issues that require attention. One primary goal is to develop laboratory methods for assessing echinococcal cyst viability, followed by a review of the indications for chemotherapy. This task underscores the importance of thoroughly reviewing unresolved questions in the diagnosis and management of echinococcosis to reduce the risk of recurrence.

CONCLUSION

The incidence of echinococcosis remains consistently high, even outside endemic regions. Therefore, developing new diagnostic methods and improving existing ones for this disease is a priority. Research into laboratory and imaging studies to identify both active and inactive echinococcal cysts in humans is essential for informing treatment strategies for patients.

сколексов. Выявление во время исследования неоднородной структуры содержимого в просвете кисты в виде «клубка шерсти», а также отсутствие жизнеспособных дочерних включений может соответствовать стадии – CE4 – погибаящая ЭК. Частичная или полная кальцификация капсулы кисты в форме арки, образующая коническую эхо-тень, а также отсутствие жизнеспособных протосколексов соответствует стадии CE5 – погибаящая ЭК с кальцинированной капсулой. УЗИ обладает достаточно высокой чувствительностью – 97%, но специфичность в ряде случаев может составлять 90% [36, 41].

Несомненно, что при положительных качествах УЗИ существуют и недостатки. Так, возможна неверная интерпретация данных исследования при наличии геморрагических сгустков в просвете непаразитарной кисты, которые при доплеровском картировании не окрашиваются и могут ошибочно быть восприняты как элементы ЭК [41]. Индивидуальные особенности организма, связанные с гиперили астеническим телосложением могут негативно отражаться на результатах УЗИ. Сложности при интерпретации данных УЗИ могут возникать при сочетании ЭК и ракового поражения: так, описан случай наблюдения рака лёгкого с инвазией в диафрагму и печень в сочетании с ЭК печени [42].

МСКТ обладает высокой разрешающей диагностической способностью: метод позволяет выявлять кисты малых размеров и определять их точную органную принадлежность. Метод исследования способен обнаруживать связь ЭК с жизненно важными структурами поражённого органа [43]. В свою очередь, МСКТ не позволяет дифференцировать кистозные опухоли, кисты непаразитарного характера и ЭК I типа, ввиду схожести лучевых признаков [44].

Дополнение МСКТ возможностью внутривенного болюсного контрастирования, позволяет расширить возможности метода при дифференциальной диагностике ЭК и опухолевых образований. Диагностическая информативность метода, по данным литературных источников, превышает 95% [45]. Несмотря на имеющиеся очевидные положительные свойства МСКТ, существуют и недостатки, такие как дороговизна метода, противопоказания к использованию

во время беременности на ранних сроках и у пациентов с хронической почечной недостаточностью, лучевая нагрузка, вероятность развития аллергической реакции на контрастный препарат [46].

МРТ – метод диагностики, обладающий высокой диагностической возможностью, позволяющий определять кисты небольших размеров. Возможность выбора различных пространственных срезов получаемого изображения позволяет проецировать патологический очаг относительно анатомических структур поражённого органа. Существуют и ограничения в использовании МРТ, связанные, в первую очередь, с артефактами движения и необходимостью длительного задерживания дыхания для их исключения [47]. Противопоказанием к проведению МРТ являются имплантированные в организм человека МР-несовместимые конструкции и устройства, клаустрофобия, беременность в I триместре [48].

При более подробном изучении проблемы диагностики и лечения эхинококкоза можно отметить, что в настоящее время остаётся ряд принципиальных вопросов, которые требуют решения. Одной из ключевых задач является разработка методов лабораторной верификации жизнеспособности эхинококка с последующим пересмотром показаний к химиотерапии. Указанное выше обстоятельство подчёркивает необходимость углублённого анализа нерешённых аспектов лечения и диагностики эхинококкоза, чтобы в будущем минимизировать вероятность рецидива заболевания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время сохраняются стабильно высокие показатели заболеваемости эхинококкозом не только в эндемичных регионах. Разработка новых, а также совершенствование имеющихся методов диагностики заболевания является приоритетной задачей. Работы по изучению лабораторных и инструментальных методов диагностики по определению активных и неактивных форм эхинококка в организме человека могут представлять интерес при выборе тактики лечения больных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Wen H, Vuitton L, Tuxun T, Li J, Vuitton DA, Zhang W, et al. Echinococcosis: Advances in the 21st century. *Clin Microbiol Rev.* 2019;32(2):e00075-18. <https://doi.org/10.1128/CMR.00075-18>
2. Шабунин АВ, Лебедев СС, Коваленко ЮА, Карпов АА. Современное состояние проблемы хирургического лечения эхинококкоза печени. *Анналы хирургической гепатологии.* 2021;26(4):87-96. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2021-4-87-96>
3. Аржигитова АК, Шапекова НЛ. Мониторинг эпидемиологической ситуации эхинококкоза по Западно-Казахстанской области. *Вестник Северо-Казахстанского университета им. М. Козыбаева.* 2021;1:79-83.
4. Пахнов ДВ, Одишелашвили ГД, Одишелашвили ЛГ, Сердюков ВГ. Комбинированный подход к лечению гидатидного эхинококкоза печени. *Астраханский медицинский журнал.* 2017;2(4):13-20.

REFERENCES

1. Wen H, Vuitton L, Tuxun T, Li J, Vuitton DA, Zhang W, et al. Echinococcosis: Advances in the 21st century. *Clin Microbiol Rev.* 2019;32(2):e00075-18. <https://doi.org/10.1128/CMR.00075-18>
2. Shabunin AV, Lebedev SS, Kovalenko YuA, Karpov AA. Sovremennoe sostoyaniye problemy khirurgicheskogo lecheniya ekhinokokkoza pecheni [Current state of the problem of surgical treatment of liver echinococcosis]. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii.* 2021;26(4):87-96. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2021-4-87-96>
3. Arzhigitova AK, Shapekova NL. Monitoring epidemiologicheskoy situatsii ekhinkokkoza po Zapadno-Kazhstanskoy oblasti [Monitoring the epidemiological situation of echinococcosis in the West Kazakhstan region]. *Vestnik Severno-Kazhstanskogo universiteta im. M. Kozybaeva.* 2021;1:79-83.
4. Pakhnov DV, Odishelashvili GD, Odishelashvili LG, Serdyukov VG. Kombinirovanny podkhod k lecheniyu gidatidnogo ekhinokokkoza pecheni [Combined approach to treatment of hydatid echinococcosis of the liver]. *Astrakhanskiy meditsinskiy zhurnal.* 2017;2(4):13-20.

5. Пахнов ДВ, Кучин ЮВ, Одишелашвили ГД. Способ ликвидации больших полостей после эхинококкэктомии печени. *Астраханский медицинский журнал*. 2014;9(3):118-22.
6. Сапаев ДШ, Рузйбаев РЮ, Якубов ФР. Современная комплексная диагностика и хирургическое лечение осложнённых форм эхинококкоза печени. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова*. 2018;177(4):19-22. <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2018-177-4-19-22>
7. Драгомерецкая АГ, Троценко ОЕ, Бебенина ЛА, Игнатьева МЕ, Курганова ОП, Зайцева ТА, и др. Сероэпидемиологический мониторинг за цистным эхинококкозом в Дальневосточном федеральном округе. *Дальневосточный медицинский журнал*. 2018;3:33-9.
8. Одишелашвили ГД, Пахнов ДВ, Костенко НВ, Ноздрин ВМ, Одишелашвили ЛГ. Редкое осложнение эхинококкоза. *Хирургия. Журнал имени Н.И. Пирогова*. 2023;3:72-5. <https://doi.org/10.17116/hirurgia202303173>
9. Пахнов ДВ, Одишелашвили ГД, Одишелашвили ЛГ. Гидатидный эхинококк в амбулаторной практике врача-хирурга. Стационарозамещающие технологии: *Амбулаторная хирургия*. 2020;3-4:135-9. <https://doi.org/10.21518/1995-1477-2020-3-4-135-139>
10. Pagnozzi D, Tamarozzi F, Roggio AM, Tedde V, Addis MF, Pisanu S, et al. Structural and immunodiagnostic characterization of synthetic antigen B subunits from *Echinococcus granulosus* and their evaluation as target antigens for cyst viability assessment. *Clin Infect Dis*. 2018;66(9):1342-51. <https://doi.org/10.1093/cid/cix1006>
11. Manterola C, Vial M, Melo A, Oberg C, Fonseca F. Viability and fertility of human hepatic hydatid cysts. *World J Surg*. 2006;30(2):227-32. <https://doi.org/10.1007/s00268-005-0215-6>
12. Азиззода ЗА, Курбонов КМ, Рузбойзода КР, Расулов НА, Али-Заде СГ. Значение лабораторных показателей в диагностике осложнённого эхинококкоза печени. *Вестник Авиценны*. 2019;21(4):655-60. <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2019-21-4-655-660>
13. Аракельян РС, Шендо ГЛ, Маслянинова АЕ, Коваленко АВ, Киселёва АА, Аракелянц ОА. Серологические методы исследования в диагностике паразитарных болезней. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2021;110(8-2):78-82. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.110.8.051>
14. Акимниязова ББ, Каусова ГК, Ешмуратов ТШ, Елеусизов АМ, Енин ЕА. О трудностях диагностики сочетанного осложнённого множественного эхинококкоза лёгких. *Медицина (Алматы)*. 2019;202(4):69-74. <https://doi.org/10.31082/1728-452X-2019-202-4-69-73>
15. Siles-Lucas M, Casulli A, Conraths FJ, Müller N. Laboratory diagnosis of *Echinococcus* spp. in human patients and infected animals. *Adv Parasitol*. 2017;96:159-257. <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2016.09.003>
16. Rialch A, Tigga MN, Arun A, Samanta S, Raina OK. Evaluation of diagnostic potential of *Echinococcus granulosus* recombinant EgAgB8/1, EgAgB8/2 and EPC1 antigens for cystic echinococcosis in goats. *J Pure Appl Microbiol*. 2017;11(1):441-8. <https://doi.org/10.22207/JPAM.11.1.58>
17. Rialch A, Raina OK, Tigga MN, Anandanarayanan A, Ganaie ZA, Aftab A, et al. Evaluation of *Echinococcus granulosus* recombinant EgAgB8/1, EgAgB8/2 and EPC1 antigens in the diagnosis of cystic echinococcosis in buffaloes. *Vet Parasitol*. 2018;252:29-34. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2018.01.020>
18. Faramarzi T, Mobasheri M, Yoosefy A, Valadkhani Z. Expression and purification of truncated recombinant B8/1 protein of *Echinococcus granulosus* for diagnosis of hydatid infection in human. *Acta Tropica*. 2019;191:139-45. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2018.12.039>
19. Lissandrin R, Tamarozzi F, Piccoli L, Tinelli C, De Silvestri A, Mariconti M. Factors Influencing the serological response in hepatic *Echinococcus granulosus* infection. *Am J Trop Med Hyg*. 2016;94(1):166-71. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.15-0219>
20. Retamozo AR, Agüero FA, Fuchs AG, Maglioco A. Serological diagnosis in hydatidosis: Searching standardized antigenic support. Systematic review and meta-analysis. *Interam J Health Sci*. 2021;1:89-108. <https://doi.org/10.59471/ijhsc202141>
21. Чжао АВ, Икрамов РЗ. Хирургическое лечение эхинококкоза печени. *Consilium Medicum. Хирургия (Прпл.)*. 2016;2:15-7.
22. Касыев НБ, Айтназаров МС, Нурбекова АН. Иммунохемилуминесценция в диагностике эхинококкоза. *Вестник науки и образования*. 2016;7:96-9.
5. Pakhnov DV, Kuchin YuV, Odishelashvili GD. Sposob likvidatsii bol'shikh polostey posle ehinokokkektomii pecheni [Method for eliminating large cavities after liver echinococcectomy]. *Astrakhanskiy meditsinskiy zhurnal*. 2014;3(9):118-22.
6. Sapaev DSh, Ruzibaev RYu, Yakubov FR. Sovremennaya kompleksnaya diagnostika i khirurgicheskoe lechenie oslozhnyonnykh form ehinokokkoza pecheni [Modern comprehensive diagnostics and surgical treatment of complicated forms of liver echinococcosis]. *Vestnik khirurgii im. Grekova*. 2018;177(4):19-22. <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2018-177-4-19-22>
7. Dragomeretskaya AG, Trotsenko OE, Bebenina LA, Ignatieva ME, Kurganova OP, Zaytseva TA, i dr. Seroepidemiologicheskii monitoring za tsistnym ehinokokkozom v Dal'nevostochnom federal'nom okruge [Seroepidemiological monitoring of cystic echinococcosis in the Far Eastern Federal District]. *Dal'nevostochnyy meditsinskiy zhurnal*. 2018;3:33-9.
8. Odishelashvili GD, Pakhnov DV, Kostenko NV, Nozdryn VM, Odishelashvili LG. Redkoe oslozhnenie ehinokokkoza [A rare complication of echinococcosis]. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova*. 2023;3:72-5. <https://doi.org/10.17116/hirurgia202303173>
9. Pakhnov DV, Odishelashvili GD, Odishelashvili LG. Gidatidnyy ekinokokkoz v ambulatornoy praktike vracha-khirusga [Hydatid cysts in the outpatient practice of a surgeon]. *Ambulatornaya khirurgiya*. 2020;3-4:135-9. <https://doi.org/10.21518/1995-1477-2020-3-4-135-139>
10. Pagnozzi D, Tamarozzi F, Roggio AM, Tedde V, Addis MF, Pisanu S, et al. Structural and immunodiagnostic characterization of synthetic antigen B subunits from *Echinococcus granulosus* and their evaluation as target antigens for cyst viability assessment. *Clin Infect Dis*. 2018;66(9):1342-51. <https://doi.org/10.1093/cid/cix1006>
11. Manterola C, Vial M, Melo A, Oberg C, Fonseca F. Viability and fertility of human hepatic hydatid cysts. *World J Surg*. 2006;30(2):227-32. <https://doi.org/10.1007/s00268-005-0215-6>
12. Aizzoda ZA, Kurbonov KM, Ruziboyzoda KR, Rasulov NA, Ali-Zade SG. Znachenie laboratornykh pokazateley v diagnostike oslozhnyonnogo ehinokokkoza pecheni [Importance of laboratory parameters in the diagnostics of complicated liver echinococcosis]. *Vestnik Avitsenny [Avicenna Bulletin]*. 2019;21(4):655-60. <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2019-21-4-655-660>
13. Arakelyan RS, Shendo GL, Maslyaninova AE, Kovalenko AV, Kiselyova AA, Arakelyants OA. Serologicheskie metody issledovaniya v diagnostike parazitarnykh bolezney [Serological research methods in the diagnosis of parasitic diseases]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal*. 2021;110 (8-2):78-82. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.110.8.051>
14. Akimniyazova BB, Kausova GK, Eshmuratov TSh, Eleusizov AM, Enin EA. O trudnostyakh diagnostiki sochetannogo oslozhnyonnogo mnozhestvennogo ehinokokkoza lyogkikh [On the difficulties of diagnosis of combined complicated multiple pulmonary echinococcosis]. *Meditsina (Almaty)*. 2019;202(4):69-74. <https://doi.org/10.31082/1728-452X-2019-202-4-69-73>
15. Siles-Lucas M, Casulli A, Conraths FJ, Müller N. Laboratory diagnosis of *Echinococcus* spp. in human patients and infected animals. *Adv Parasitol*. 2017;96:159-257. <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2016.09.003>
16. Rialch A, Tigga MN, Arun A, Samanta S, Raina OK. Evaluation of diagnostic potential of *Echinococcus granulosus* recombinant EgAgB8/1, EgAgB8/2 and EPC1 antigens for cystic echinococcosis in goats. *J Pure Appl Microbiol*. 2017;11(1):441-8. <https://doi.org/10.22207/JPAM.11.1.58>
17. Rialch A, Raina OK, Tigga MN, Anandanarayanan A, Ganaie ZA, Aftab A, et al. Evaluation of *Echinococcus granulosus* recombinant EgAgB8/1, EgAgB8/2 and EPC1 antigens in the diagnosis of cystic echinococcosis in buffaloes. *Vet Parasitol*. 2018;252:29-34. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2018.01.020>
18. Faramarzi T, Mobasheri M, Yoosefy A, Valadkhani Z. Expression and purification of truncated recombinant B8/1 protein of *Echinococcus granulosus* for diagnosis of hydatid infection in human. *Acta Tropica*. 2019;191:139-45. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2018.12.039>
19. Lissandrin R, Tamarozzi F, Piccoli L, Tinelli C, De Silvestri A, Mariconti M. Factors Influencing the serological response in hepatic *Echinococcus granulosus* infection. *Am J Trop Med Hyg*. 2016;94(1):166-71. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.15-0219>
20. Retamozo AR, Agüero FA, Fuchs AG, Maglioco A. Serological diagnosis in hydatidosis: Searching standardized antigenic support. Systematic review and meta-analysis. *Interam J Health Sci*. 2021;1:89-108. <https://doi.org/10.59471/ijhsc202141>
21. Chzhao AV, Ikramov RZ. Khirurgicheskoe lechenie ehinokokkoza pecheni [Surgical treatment of liver echinococcosis]. *Consilium Medicum. Surgery*. 2016; 2:15-7.
22. Kasyev NB, Aytazarov MS, Nurbekova AN. Immunnokhemilyuminesstsiya v diagnostike ehinokokkoza [Immune chemiluminescence in the diagnosis of echinococcosis]. *Vestnik nauki i obrazovaniya*. 2016;19(7):96-9.

23. da Silva ED, Cancela M, Monteiro KM, Ferreira HB, Zaha A. Antigen B from *Echinococcus granulosus* enters mammalian cells by endocytic pathways. *PLoS Negl Trop Dis*. 2018;12(5):e0006473. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006473>
24. Silva-Alvarez V, Folle AM, Ramos AL, Kitano ES, Iwai LK, Corraliza I, et al. *Echinococcus granulosus* antigen B binds to monocytes and macrophages modulating cell response to inflammation. *Parasit Vectors*. 2016;9:69. <https://doi.org/10.1186/s13071-016-1350-7>
25. Chun-Seob A, Huixia C, Jeong-Geun K, Xiumin H, Xiao M, Young-An B, et al. An *Echinococcus multilocularis* antigen B3 proteoform that shows specific antibody responses to active-stage alveolar echinococcosis. *J Clin Microbiol*. 2015;53(10):3310-7. <https://doi.org/10.1128/JCM.01362-15>
26. Sadjjadi FS, Mohammadzadeh T, Jafari SH, Sharifi Y, Deilami HN, Hafezi F, et al. Comparison of native hydatid cyst fluid (HCF), lyophilized HCF, antigen B (AgB) and lyophilized AgB (LAGB) originated from *Echinococcus granulosus* sensu stricto for sero-diagnosis of active, transitional and inactive human liver cystic echinococcosis. *Iran J Public Health*. 2023;52(8):1764-72. <https://doi.org/10.18502/ijph.v52i8.13416>
27. Calu V, Enciu O, Toma EA, Parvulețu R, Pirianu DC, Miron A. Complicated liver cystic echinococcosis – A comprehensive literature review and a tale of two extreme cases. *Tomography*. 2024;10(6):922-34. <https://doi.org/10.3390/tomography10060070>
28. Grimm J, Beck A, Nell J, Schmidberger J, Hillenbrand A, Beer AJ, et al. Combining computed tomography and histology leads to an evolutionary concept of hepatic alveolar echinococcosis. *Pathogens*. 2020;4(9):634. <https://doi.org/10.3390/pathogens9080634>
29. Stojkovic' M, Gottstein B, Weber TF, Junghanss T. Cystic, alveolar and neotropical echinococcosis. *Manson's Tropical Diseases*. 2024:797-821. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-7959-7.00061-0>
30. Ma G, Holland CV, Wang T, Hofmann A, Fan C, Maizels RM, et al. Human toxocariasis. *The Lancet Infectious Diseases*. 2018;18(1):14-24. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(17\)30331-6](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(17)30331-6)
31. Гришина ЕА. Антигены и метаболиты гельминтов как регулирующие факторы противопаразитарного иммунитета. *Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы*. 2016;2:58-63.
32. Zhi-Dan L, Xiao-Jin M, Shuai Y, Dong W, Bin X, Jian G, et al. Multiplex cytokine and antibody profile in cystic echinococcosis patients during a three-year follow-up in reference to the cyst stages. *Parasit Vectors*. 2020;13(1):133. <https://doi.org/10.1186/s13071-020-4003-9>
33. Shi C, Zhou X, Yang W, Wu J, Bai M, Zhang Y, et al. Proteomic analysis of plasma-derived extracellular vesicles from mice with *Echinococcus granulosus* at different infection stages and their immunomodulatory functions. *Front Cell Infect Microbiol*. 2022;12:805010. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2022.805010>
34. Saftawy EA, Abdelraouf A, Elsalam MA, Zakareya P, Fouad A, Albadawi EA. Autoimmunity in human CE: Correlative with the fertility status of the CE cyst. *Helminthologia*. 2022;59(1):1-17. <https://doi.org/10.2478/helm-2022-0011>
35. Biranvand E, Rafiei A, Beirumvand M, Amari A, Bahraini A, Motamedfar A. Cytokine profiles in peripheral blood mononuclear cells from patients with cystic echinococcosis. *Comp Immunol Microbiol Infect Dis*. 2020;70:101469. <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2020.101469>
36. Курзанцева ОМ. Эхинококкоз печени: возможности инструментальных методов диагностики, сложности в дифференциальной диагностике, клинический случай. *SonoAce Ultrasound*. 2021;33:19-38.
37. Басарукин МА, Петрова ЕБ, Тюрина НВ. Клинический случай гидатидного эхинококкоза печени в практике врача ультразвуковой диагностики. *Радиология-практика*. 2021;85(1):92-6.
38. Hoy X, Shi Y, Kang X, Rousu Z, Li D, Wang M, et al. *Echinococcus granulosus*: The establishment of the metacestode in the liver is associated with control of the CD4+ T-cell-mediated immune response in patients with cystic echinococcosis and a mouse model. *Front Cell Infect Microbiol*. 2022;12:983119. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2022.983119>
39. Zhang YY, Ma QF, Chen XX, Ying CH, Ma YL, Li P, et al. Value of contrast-enhanced ultrasonography and acoustic radiation force impulse elastography in identification of boundary range and viability of hepatic alveolar echinococcosis. *Zhongguo Xue Xi Chong Bing Fang Zhi Za Zhi*. 2019;32(1):91-3. <https://doi.org/10.16250/j.32.1374.2018087>
40. Галаявин АВ. Гидатидозный эхинококкоз печени и лёгких: диагностические и терапевтические аспекты. *Инфекционные болезни: новости, мнения,*
23. da Silva ED, Cancela M, Monteiro KM, Ferreira HB, Zaha A. Antigen B from *Echinococcus granulosus* enters mammalian cells by endocytic pathways. *PLoS Negl Trop Dis*. 2018;12(5):e0006473. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006473>
24. Silva-Alvarez V, Folle AM, Ramos AL, Kitano ES, Iwai LK, Corraliza I, et al. *Echinococcus granulosus* antigen B binds to monocytes and macrophages modulating cell response to inflammation. *Parasit Vectors*. 2016;9:69. <https://doi.org/10.1186/s13071-016-1350-7>
25. Chun-Seob A, Huixia C, Jeong-Geun K, Xiumin H, Xiao M, Young-An B, et al. An *Echinococcus multilocularis* antigen B3 proteoform that shows specific antibody responses to active-stage alveolar echinococcosis. *J Clin Microbiol*. 2015;53(10):3310-7. <https://doi.org/10.1128/JCM.01362-15>
26. Sadjjadi FS, Mohammadzadeh T, Jafari SH, Sharifi Y, Deilami HN, Hafezi F, et al. Comparison of native hydatid cyst fluid (HCF), lyophilized HCF, antigen B (AgB) and lyophilized AgB (LAGB) originated from *Echinococcus granulosus* sensu stricto for sero-diagnosis of active, transitional and inactive human liver cystic echinococcosis. *Iran J Public Health*. 2023;52(8):1764-72. <https://doi.org/10.18502/ijph.v52i8.13416>
27. Calu V, Enciu O, Toma EA, Parvulețu R, Pirianu DC, Miron A. Complicated liver cystic echinococcosis – A comprehensive literature review and a tale of two extreme cases. *Tomography*. 2024;10(6):922-34. <https://doi.org/10.3390/tomography10060070>
28. Grimm J, Beck A, Nell J, Schmidberger J, Hillenbrand A, Beer AJ, et al. Combining computed tomography and histology leads to an evolutionary concept of hepatic alveolar echinococcosis. *Pathogens*. 2020;4(9):634. <https://doi.org/10.3390/pathogens9080634>
29. Stojkovic' M, Gottstein B, Weber TF, Junghanss T. Cystic, alveolar and neotropical echinococcosis. *Manson's Tropical Diseases*. 2024:797-821. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-7959-7.00061-0>
30. Ma G, Holland CV, Wang T, Hofmann A, Fan C, Maizels RM, et al. Human toxocariasis. *The Lancet Infectious Diseases*. 2018;18(1):14-24. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(17\)30331-6](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(17)30331-6)
31. Grishina EA. Antigeny i metabolity gel'mintov kak reguliruyushchie faktory protivoparazitarnogo immuniteta [Antigens and metabolites of helminths as regulating factors of antiparasitic immunity]. *Epidemiologiya i infeksionnye zabolevaniya. Aktual'nye voprosy*. 2016;2:58-63.
32. Zhi-Dan L, Xiao-Jin M, Shuai Y, Dong W, Bin X, Jian G, et al. Multiplex cytokine and antibody profile in cystic echinococcosis patients during a three-year follow-up in reference to the cyst stages. *Parasit Vectors*. 2020;13(1):133. <https://doi.org/10.1186/s13071-020-4003-9>
33. Shi C, Zhou X, Yang W, Wu J, Bai M, Zhang Y, et al. Proteomic analysis of plasma-derived extracellular vesicles from mice with *Echinococcus granulosus* at different infection stages and their immunomodulatory functions. *Front Cell Infect Microbiol*. 2022;12:805010. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2022.805010>
34. Saftawy EA, Abdelraouf A, Elsalam MA, Zakareya P, Fouad A, Albadawi EA. Autoimmunity in human CE: Correlative with the fertility status of the CE cyst. *Helminthologia*. 2022;59(1):1-17. <https://doi.org/10.2478/helm-2022-0011>
35. Biranvand E, Rafiei A, Beirumvand M, Amari A, Bahraini A, Motamedfar A. Cytokine profiles in peripheral blood mononuclear cells from patients with cystic echinococcosis. *Comp Immunol Microbiol Infect Dis*. 2020;70:101469. <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2020.101469>
36. Kurzantseva OM. Ekhinokokkoz pecheni: vozmozhnosti instrumental'nykh metodov diagnostiki, slozhnosti v differentsial'noy diagnostike, klinicheskiy sluchay [Echinococcosis of the liver: Possibilities of instrumental diagnostic methods, difficulties in differential diagnosis, clinical case]. *SonoAce Ultrasound*. 2021;33:19-38.
37. Basarukin MA, Petrova EB, Tyurina NV. Klinicheskiy sluchay gidatidnogo ekhinokokkoza pecheni v praktike vracha ul'trazvukovoy diagnostiki [Clinical case of liver hydatid echinococcosis from the experience of the ultrasonic diagnostics practitioner]. *Radiologiya-praktika*. 2021;85(1):92-6.
38. Hoy X, Shi Y, Kang X, Rousu Z, Li D, Wang M, et al. *Echinococcus granulosus*: The establishment of the metacestode in the liver is associated with control of the CD4+ T-cell-mediated immune response in patients with cystic echinococcosis and a mouse model. *Front Cell Infect Microbiol*. 2022;12:983119. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2022.983119>
39. Zhang YY, Ma QF, Chen XX, Ying CH, Ma YL, Li P, et al. Value of contrast-enhanced ultrasonography and acoustic radiation force impulse elastography in identification of boundary range and viability of hepatic alveolar echinococcosis. *Zhongguo Xue Xi Chong Bing Fang Zhi Za Zhi*. 2019;32(1):91-3. <https://doi.org/10.16250/j.32.1374.2018087>
40. Galyavin AV. Gidatidoznyi ekhinokokkoz pecheni i lyogkik: diagnosticheskie i terapevticheskie aspekty [Hydatid *Echinococcus* of the liver and lungs:

обучение. 2024;13(3):101-9. <https://doi.org/10.33029/2305-3496-2024-13-3-101-109>

41. Степанова ЮА, Гончаров АБ, Чжао АВ. Ультразвуковая диагностика на этапах лечения эхинококкоза печени. *Вестник экспериментальной и клинической хирургии*. 2022;15(3):244-253. <https://doi.org/10.18499/2070-478X-2022-15-3-244-253>
42. Егоркина АБ, Степанова ЮА, Кармазановский ГГ, Калинин ДВ, Чжао АВ. Распространённый рак лёгкого в сочетании с эхинококкозом печени. *Медицинская визуализация*. 2021;25(2):125-32. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-941>
43. Дмитращенко АА, Алехнович АВ, Есипов АА. Алгоритм лучевой диагностики при эхинококкозе различной локализации. *Госпитальная медицина: наука и практика*. 2019;1(4):5-10.
44. Кармазановский ГГ, Степанова ЮА, Кондратьев ЕВ, Сташквив ВИ. Эхинококкоз печени: трудности диагностики на ранних стадиях развития и при осложнённом течении (обзор литературы). *Анналы хирургической гепатологии*. 2021;26(4):18-23. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2021-4-18-23>
45. Абдурахманов ДШ, Хайдарова ЛО. Эволюция методов диагностики и хирургического лечения эхинококкоза печени. *Достижения науки и образования*. 2020;70(16):70-6.
46. Польский ВС, Солдатченков АС. Преимущества и недостатки некоторых методов исследования организма. *Интегративные тенденции в медицине и образовании*. 2021;3:67-73.
47. Caraiani C, Petresc B, Dong Y, Dietrich CF. Contraindications and adverse effects in abdominal imaging. *Med Ultrason*. 2019;21(4):456-63. <http://doi.org/10.11152/mu-2145>
48. Бусько ЕА, Козубова КВ, Багненко СС, Карачун АМ, Буровик ИА, Гончарова АБ, и др. Сравнительный анализ эффективности КТ и контрастно-усиленного УЗИ в диагностике метастазов колоректального рака в печени. *Анналы хирургической гепатологии*. 2022;27(1):22-32. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2021-1-22-32>
- Diagnostic and therapeutic aspects]. *Infektsionnye bolezni: novosti, mneniya, obuchenie*. 2024;13(3):101-9. <https://doi.org/10.33029/2305-3496-2024-13-3-101-109>
41. Stepanova YuA, Goncharov AB, Chzhao AV. Ul'trazvukovaya diagnostika na etapakh lecheniya ekhinokokkoza pecheni [Ultrasound diagnostics at the stages of treatment of liver echinococcosis]. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii*. 2022;15(3):244-53. <https://doi.org/10.18499/2070-478X-2022-15-3-244-253>
42. Egorkina AB, Stepanova YuA, Karmazanovskiy GG, Kalinin DV, Chzhao AV. Rasprostranennyi rak lyogkogo v sochetanii s ekhinokokkozom pecheni [Disseminated lung cancer in combination with liver echinococcosis]. *Meditsinskaya vizualizatsiya*. 2021;25(2):125-32. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-941>
43. Dmitrashchenko AA, Alekhovich AV, Esipov AA. Algoritm luchevoiy diagnostiki pri ekhinokokkoze razlichnoy lokalizatsii [Algorithm of radiodiagnostics for echinococcosis of the different localization]. *Gospital'naya meditsina: nauka i praktika*. 2019;1(4):5-10.
44. Karmazanovskiy GG, Stepanova YuA, Kondratiev EV, Stashkiv VI. Ekhnokokkoz pecheni: trudnosti diagnostiki na rannikh stadiyakh razvitiya i pri oslozhnyonnom techenii (obzor literatury) [Hepatic echinococcosis: Difficulties in diagnosis at the early stages of progression and with complications (literature review)]. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii*. 2021;26(4):18-23. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2021-4-18-23>
45. Abdurakhmanov DSh, Khaydarova LO. Evoluutsiya metodov diagnostiki i khirurgicheskogo lecheniya ekhnokokkoza pecheni [Evolution of methods of diagnosis and surgical treatment of liver echinococcosis]. *Dostizheniya nauki i obrazovaniya*. 2020;70(16):70-6.
46. Polskiy VS, Soldatchenkov AS. Preimushchestva i nedostatki nekotorykh metodov issledovaniya organizma [Advantages and disadvantages of some methods of studying the body]. *Integrativnye tendentsii v meditsine i obrazovanii*. 2021;3:67-73.
47. Caraiani C, Petresc B, Dong Y, Dietrich CF. Contraindications and adverse effects in abdominal imaging. *Med Ultrason*. 2019;21(4):456-63. <http://doi.org/10.11152/mu-2145>
48. Busko EA, Kozubova KV, Bagnenko SS, Karachun AM, Burovik IA, Goncharova AB, i dr. Sravnitel'nyy analiz effektivnosti KT i kontrastno usilennogo UZI v diagnostike metastazov kolorektal'nogo raka v pecheni [Comparative assessment of diagnostic value of computed tomography and contrast-enhanced ultrasound in colorectal cancer liver metastases diagnosis]. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii*. 2022;27(1):22-32. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2021-1-22-32>



СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Пажнов Дмитрий Владимирович, кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры хирургических болезней стоматологического факультета, Астраханский государственный медицинский университет

ORCID ID: 0000-0002-7803-8661

SPIN-код: 8269-5808

Author ID: 772584

E-mail: Pahnov1@mail.ru

Одишелашвили Гиви Доментиевич, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой хирургических болезней стоматологического факультета, Астраханский государственный медицинский университет

Scopus ID: 57214529428

ORCID ID: 0000-0002-4303-3764

SPIN-код: 9769-9368

Author ID: 674864

E-mail: Givi64@mail.ru

Лутский Дмитрий Леонидович, доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры биологической химии и клинической лабораторной диагностики, Астраханский государственный медицинский университет

Scopus ID: 6603221790

ORCID ID: 0000-0002-1412-3322

SPIN-код: 8826-1441

Author ID: 159920

E-mail: dmitry.lutsky@bk.ru



AUTHORS' INFORMATION

Pakhnov Dmitry Vladimirovich, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Surgical Diseases, Faculty of Dentistry, Astrakhan State Medical University

ORCID ID: 0000-0002-7803-8661

SPIN: 8269-5808

Author ID: 772584

E-mail: Pahnov1@mail.ru

Odishelashvili Givi Domentievich, Doctor of Medical Sciences, Full Professor, Head of the Department of Surgical Diseases, Faculty of Dentistry, Astrakhan State Medical University

Scopus ID: 57214529428

ORCID ID: 0000-0002-4303-3764

SPIN: 9769-9368

Author ID: 674864

E-mail: Givi64@mail.ru

Lutsky Dmitry Leonidovich, Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Biological Chemistry and Clinical Laboratory Diagnostics, Astrakhan State Medical University

Scopus ID: 6603221790

ORCID ID: 0000-0002-1412-3322

SPIN: 8826-1441

Author ID: 159920

E-mail: dmitry.lutsky@bk.ru

Пахнова Лия Руслановна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики, Астраханский государственный медицинский университет

Scopus ID: 57209748537

ORCID ID: 0000-0002-4021-325X

SPIN-код: 3631-1791

Author ID: 1003362

E-mail: Pahnova@mail.ru

Информация об источнике поддержки в виде грантов, оборудования, лекарственных препаратов

Работа выполнена в соответствии с планом НИР Астраханского государственного медицинского университета (№ государственной регистрации 405.01). Финансовой поддержки со стороны компаний-производителей лекарственных препаратов и медицинского оборудования не получали

Конфликт интересов: отсутствует

✉ АДРЕС ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:

Пахнов Дмитрий Владимирович

кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры хирургических болезней стоматологического факультета, Астраханский государственный медицинский университет

414000, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Бакинская, 121

Тел.: +7 (927) 6602782

E-mail: Pahnov1@mail.ru

Pakhnova Liya Ruslanovna, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Radiation Diagnostics, Astrakhan State Medical University

Scopus ID: 57209748537

ORCID ID: 0000-0002-4021-325X

SPIN: 3631-1791

Author ID: 1003362

E-mail: Pahnova@mail.ru

Information about support in the form of grants, equipment, medications

The research was carried out in accordance with the research plan of Astrakhan State Medical University (state registration number – 405.01). The authors did not receive financial support from manufacturers of medicines and medical equipment

Conflicts of interest: The authors have no conflicts of interest

✉ ADDRESS FOR CORRESPONDENCE:

Pakhnov Dmitry Vladimirovich

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Surgical Diseases, Faculty of Dentistry, Astrakhan State Medical University

414000, Russian Federation, Astrakhan, Bakinskaya str., 121

Tel.: +7 (927) 6602782

E-mail: Pahnov1@mail.ru

ВКЛАД АВТОРОВ

Разработка концепции и дизайна исследования: ПДВ, ОГД, ПЛР

Сбор материала: ОГД, ЛДЛ

Анализ полученных данных: ПДВ, ОГД, ПЛР

Подготовка текста: ПДВ

Редактирование: ОГД, ЛДЛ, ПЛР

Общая ответственность: ОГД

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conception and design: PDV, OGD, PLR

Data collection: OGD, LDL

Analysis and interpretation: PDV, OGD, PLR

Writing the article: PDV

Critical revision of the article: OGD, LDL, PLR

Overall responsibility: OGD

Поступила 24.01.25

Принята в печать 27.11.25

Submitted 24.01.25

Accepted 27.11.25