

ПОСТТРАВМАТИЧЕСКИЕ ИНФЕКЦИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ: РАЗЛИЧИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ И ЛЕЧЕБНЫХ ПОДХОДОВ В СРАВНЕНИИ С ПЕРВИЧНЫМИ И ВТОРИЧНЫМИ НЕТРАВМАТИЧЕСКИМИ НЕЙРОИНФЕКЦИЯМИ

POST-TRAUMATIC CENTRAL NERVOUS SYSTEM INFECTIONS: DIFFERENCES IN DIAGNOSTIC AND THERAPEUTIC APPROACHES COMPARED TO PRIMARY AND SECONDARY NON-TRAUMATIC NEUROINFECTIONS

Кан С.Л. Устьянцева И.М.
Шеметов А.В. Хохлова З.А.

Kan S.L. Ustyantseva I.M.
Shemetov A.V. Khokhlova Z.A.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Кемерово, Россия,

Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia,

Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей — филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, г. Новокузнецк, Россия

Novokuznetsk State Institute for Postgraduate Medical Education — branch of Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Novokuznetsk, Russia

Нейроинфекции представляют собой гетерогенную группу заболеваний центральной нервной системы (ЦНС). Ключевым классификационным признаком является их разделение на первичные (с изначальным поражением ЦНС) и вторичные (развивающиеся на фоне сопутствующего инфекционного очага или травмы). Среди вторичных форм особое место занимают инфекции, связанные с оказанием медицинской помощи.

Цель исследования — провести сравнительный анализ эпидемиологии, методов диагностики, стратегий лечения и прогнозов при первичных и вторичных нейроинфекциях с детальным рассмотрением посттравматических, нетравматических и нозокомиальных вариантов.

Материалы и методы. Выполнен обзор литературы за период 2021–2026 гг. с использованием баз данных PubMed, Scopus, Cochrane Library, eLibrary и CyberLeninka. Отобрано 45 источников.

Результаты. Установлено, что первичные нейроинфекции имеют преимущественно вирусную этиологию, тогда как вторичные обусловлены полимикробной бактериальной флорой с высоким уровнем антибиотикорезистентности. Посттравматические и связанные с медицинской помощью нейроинфекции часто развиваются на фоне ликвореи и ассоциированы с полирезистентными нозокомиальными штаммами. Диагностический алгоритм для вторичных форм требует расширенной нейровизуализации и таргетной ПЦР-диагностики.

Заключение. Вторичные нейроинфекции, особенно посттравматические и нозокомиальные, характеризуются более тяжелым течением, ме-

Neuroinfections constitute a heterogeneous group of central nervous system (CNS) disorders. A key classification criterion distinguishes between primary forms (involving initial CNS involvement) and secondary forms (developing against the background of a concomitant infectious focus or trauma). Among the secondary forms, healthcare-associated infections occupy a significant place.

Objective — to conduct a comparative analysis of the epidemiology, diagnostic methods, treatment strategies, and prognoses associated with primary and secondary neuroinfections, with a detailed examination of post-traumatic, non-traumatic, and nosocomial variants.

Materials and methods. A literature review covering the period 2021–2026 was conducted using the PubMed, Scopus, Cochrane Library, eLibrary, and CyberLeninka databases. Forty-five sources were selected.

Results. It was established that primary neuroinfections are predominantly of viral etiology, whereas secondary forms are caused by polymicrobial bacterial flora exhibiting high levels of antibiotic resistance. Post-traumatic and healthcare-associated neuroinfections often develop in the presence of cerebrospinal fluid (CSF) leakage and are associated with multidrug-resistant nosocomial strains. The diagnostic algorithm for secondary forms requires advanced neuroimaging and targeted PCR diagnostics.

Conclusion. Secondary neuroinfections, particularly post-traumatic and nosocomial ones, are characterized by a more severe clinical course and a

Для цитирования: Кан С.Л., Устьянцева И.М., Шеметов А.В., Хохлова З.А. ПОСТТРАВМАТИЧЕСКИЕ ИНФЕКЦИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ: РАЗЛИЧИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ И ЛЕЧЕБНЫХ ПОДХОДОВ В СРАВНЕНИИ С ПЕРВИЧНЫМИ И ВТОРИЧНЫМИ НЕТРАВМАТИЧЕСКИМИ НЕЙРОИНФЕКЦИЯМИ //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2026. № 3. С. 118-129.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/717>

DOI: 10.24412/1819-1495-2026-3-118-129

нее благоприятным прогнозом и требуют мультидисциплинарного подхода к ведению пациентов.

Ключевые слова: нейроинфекции; вторичные нейроинфекции; посттравматический менингит; нозокомиальный менингит; инфекции, связанные с оказанием медицинской помощи; абсцесс головного мозга; антибиотикорезистентность

Нейроинфекции — одна из ведущих причин летальности и инвалидизации в неврологии, инфектологии и нейрохирургии. Их частота среди госпитализированных пациентов достигает 5–12 % [1–5]. Высокая вариабельность клинических проявлений — от легких менингеальных симптомов до тяжелого септического состояния с угнетением сознания, требующего проведения интенсивной терапии, — диктует необходимость глубокого понимания патогенетических механизмов данной группы заболеваний.

Фундаментальным принципом систематизации нейроинфекций является их разделение на первичные и вторичные [6–8]. При первичных формах инфекционный агент изначально поражает мозговые оболочки и паренхиму центральной нервной системы (ЦНС) [9, 10]. Вторичные нейроинфекции возникают как осложнение уже существующего экстракраниального очага либо вследствие травматического или ятрогенного повреждения барьерных структур [11, 12]. Именно эта категория привлекает все большее внимание исследователей в связи с ростом числа инвазивных нейрохирургических вмешательств, увеличением продолжительности жизни пациентов с иммунодефицитными состояниями и распространением антибиотикорезистентных нозокомиальных штаммов [13–15].

В структуре вторичных нейроинфекций выделяют следующие варианты:

- Посттравматические — развиваются вследствие нарушения целостности костей черепа, твердой мозговой оболочки или кожных покровов при черепно-мозговой травме (ЧМТ) [16–18].

- Нетравматические — возникают при гематогенном или контактном распространении возбудителя из соматических очагов (отиты, синуситы), а также на фоне иммуносупрессии [11, 19, 20].

- Связанные с оказанием медицинской помощи — включают нозокомиальные менингиты и вентрикулиты, инфекционные осложнения после нейрохирургических операций (в

том числе плановых), а также инфекции, ассоциированные с наружными желудочковыми дренажами и другими имплантированными устройствами [14, 21, 22].

Цель настоящего обзора — провести сравнительный анализ эпидемиологии, методов диагностики, стратегий лечения и прогнозов при первичных и вторичных нейроинфекциях с детальным рассмотрением посттравматических, нетравматических и нозокомиальных вариантов.

Исследовательские вопросы (PICO)

Для формирования стратегии поиска литературы и систематизации данных были сформулированы исследовательские вопросы в соответствии с методологией PICO:

- P (population / пациенты): взрослые и дети с нейроинфекциями ЦНС.

- I (intervention / вмешательство): диагностические методы (анализ спинномозговой жидкости, нейровизуализация, молекулярно-генетические исследования) и терапевтические стратегии (системная антибактериальная и противовирусная терапия, интратекальное введение препаратов, хирургическое лечение).

- C (comparison / сравнение): клинико-эпидемиологические параллели между первичными (вирусными и бактериальными) и вторичными нейроинфекциями (включая посттравматические, нетравматические контактные, развившиеся на фоне иммуносупрессии и ассоциированные с оказанием медицинской помощи).

- O (outcomes / исходы): различия в этиологической структуре, чувствительности и специфичности диагностических методов, эффективности терапевтических схем, а также показатели летальности и частота резидуального неврологического дефицита.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведен систематизированный поиск литературы в базах данных PubMed/MEDLINE, Scopus, Cochrane Library, eLibrary и CyberLeninka за период 2021–2026 гг. Поисковая страте-

less favorable prognosis, requiring a multidisciplinary approach to patient management.

Keywords: neuroinfections; secondary neuroinfections; post-traumatic meningitis; nosocomial meningitis; healthcare-associated infections; brain abscess; antibiotic resistance

гия включала использование следующих ключевых слов и их комбинаций: «нейроинфекция», «первичная нейроинфекция», «вторичная нейроинфекция», «посттравматический менингит», «нозокомиальный менингит», «абсцесс головного мозга», «ликвор», «ПЦР-диагностика», «интратекальная терапия», «нейровизуализация», «CNS infections», «healthcare-associated meningitis».

Критерии включения: оригинальные исследования (когортные, случай-контроль, рандомизированные контролируемые исследования (РКИ)), систематические обзоры, метаанализы, клинические рекомендации, а также серии клинических случаев (при объеме выборки $n \geq 5$), опубликованные на русском или английском языках в период с 2021 по 2026 г.

Критерии исключения: публикации, предмет которых не относится к нейроинфекциям (аутоиммунные и нейродегенеративные патологии без инфекционного компонента); материалы конференций без полнотекстового доступа; препринты; нерцензируемые работы; описания единичных клинических случаев (при $n < 5$).

Процесс отбора источников. Первоначально в ходе поиска было выявлено 847 записей. После удаления дубликатов ($n = 213$) анализу подверглись 634 работы. На этапе скрининга заголовков и аннотаций исключено 512 публикаций. Полнотекстовый анализ выполнен для 122 статей, из которых 77 были исключены по следующим причинам: отсутствие валидных количественных данных ($n = 34$), несоответствие тематике обзора ($n = 23$), описание единичных случаев ($n = 12$), отсутствие доступа к полному тексту ($n = 8$). В итоговый анализ включено 45 источников.

Оценка методологического качества. Для когортных исследований и работ типа случай-контроль применялась шкала Newcastle-Ottawa Scale (NOS); для диагностических исследований — инструмент QUADAS-2; для РКИ — шкала Cochrane Risk of Bias Tool 2.0. Большинство проанализирован-

ных публикаций (порядка 70 %) характеризовались умеренным или высоким методологическим качеством (оценка ≥ 6 звезд по шкале NOS).

Дизайн обзора. Настоящая работа выполнена в формате нарративного (традиционного) обзора с систематизированным поиском и структурированным изложением материала. Формальный протокол систематического обзора (PRISMA) и количественный метаанализ не использовались, что необходимо принимать во внимание при интерпретации представленных выводов.

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ЛИТЕРАТУРЫ

Этиологическая структура и механизмы развития нейроинфекций

Первичные нейроинфекции. В современной этиологической структуре первичных нейроинфекций доминируют вирусные агенты, среди которых наиболее значимы вирус простого герпеса 1-го типа, вирус ветряной оспы — опоясывающего герпеса, энтеровирусы и другие [9, 10, 23]. Напротив, первичные бактериальные менингиты (например, менингококковый или пневмококковый) в настоящее время встречаются существенно реже [24, 25].

Вторичные нейроинфекции. Спектр возбудителей при вторичных формах поражения ЦНС вариателен и определяется прежде всего механизмом инфицирования, а также исходным иммунным статусом пациента.

Посттравматические вторичные нейроинфекции. Данная группа закономерно развивается на фоне ЧМТ [6, 7, 12]. Их ключевая микробиологическая особенность — преобладание нозокомиальной полирезистентной микрофлоры: коагулазоотрицательных стафилококков, *Staphylococcus aureus*, грамотрицательных бактерий (*Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*) [13, 21, 26]. Одним из важнейших предрасполагающих факторов служит наличие ликвореи: согласно литературным данным, посттравматический менингит в 31 % случаев ассоциирован с недиагностированным истечением цереброспинальной жидкости [16, 27, 28].

Нетравматические вторичные нейроинфекции. Контактные/риногенные формы возникают при распространении инфекции из

придаточных пазух носа, среднего уха или одонтогенных очагов [11, 20, 29]. Этиологическая структура здесь представлена полимикробными ассоциациями, включающими *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*, золотистый стафилококк и анаэробы [29].

Гематогенные формы на фоне иммуносупрессии наблюдаются у наиболее уязвимой категории пациентов: лиц с ВИЧ-инфекцией, а также больных, перенесших трансплантацию органов и тканей [19, 30]. В этих клинических условиях доминируют оппортунистические инфекции: токсоплазмоз головного мозга, криптококковый менингит, цитомегаловирусный энцефалит [19, 31, 32].

Вторичные нейроинфекции, связанные с оказанием медицинской помощи (healthcare-associated). В отдельную, клинически и эпидемиологически значимую группу выделяют постнейрохирургические менингиты и вентрикулиты — осложнения после краниотомий, установки ликворошунтирующих систем, наружных желудочковых дренажей, а также нозокомиальные инфекции, развивающиеся у пациентов отделений реанимации и интенсивной терапии. Последние не всегда сопровождаются явным нарушением анатомических барьеров, однако возникают на фоне критического состояния, длительной искусственной вентиляции легких и катетеризации [14, 21, 22]. Частота инфицирования при использовании наружных желудочковых дренажей достигает 10–15 % [22, 26]. Основными возбудителями выступают *Staphylococcus epidermidis*, золотистый стафилококк, *Acinetobacter baumannii*, *Klebsiella pneumoniae* и энтерококки. При этом более 60 % выделяемых штаммов характеризуются множественной лекарственной устойчивостью (табл. 1) [13, 33, 34].

Сравнительная характеристика диагностических подходов

При первичных и вторичных формах поражения ЦНС необходимы принципиально разные диагностические подходы. Если при первичных бактериальных менингитах классическая триада (клиническая картина, ликворологические показатели и данные визуализации) позволяет верифицировать патологию в кратчайшие сроки, то при вторичных процессах — особенно

посттравматических, контактных или развивающихся на фоне иммуносупрессии — поиск возбудителя и верификация очага нередко превращаются в сложный многоступенчатый процесс.

Клиническая картина

Для **первичных бактериальных нейроинфекций (менингококковый, пневмококковый менингит)** характерно поистине молниеносное начало: на фоне полного благополучия внезапно развивается высокая лихорадка, изнуряющая головная боль, быстро присоединяются менингеальные знаки, стремительно нарастает угнетение сознания, а нередко — и геморрагическая сыпь [24, 25]. Совершенно иначе выглядит клиническая картина при **вторичных посттравматических нейроинфекциях**: в данном случае симптомы инфекции часто маскируются проявлениями самой ЧМТ, а лихорадка и ухудшение неврологического статуса порой оказываются единственными признаками развивающегося осложнения [12, 18].

Вторичные нетравматические контактные формы (отогенные, риногенные) чаще всего дебютируют с обострения хронического отита или синусита. Лишь спустя некоторое время к клинической картине присоединяется менингеальная симптоматика, что нередко затрудняет своевременную дифференциальную диагностику и определение первопричины процесса [11, 29]. Наиболее сложны для распознавания **вторичные нетравматические нейроинфекции** на фоне иммуносупрессии: их клиническое течение отличается стертой и атипичностью. Менингеальные знаки могут полностью отсутствовать, уступая место общемозговым проявлениям (вялости, спутанности сознания, судорожному синдрому) или очаговым неврологическим дефицитам [19, 30].

Исследование ликвора

Люмбальная пункция остается базовым методом верификации нейроинфекций, а ее диагностическая ценность неоспорима [35, 36]. При **первичных бактериальных менингитах** в цереброспинальной жидкости обнаруживается выраженный нейтрофильный плеоцитоз (достигающий сотен и тысяч клеток в 1 мкл), резкое снижение концентрации глюкозы (менее

Таблица 1

Этиологическая структура и механизмы развития нейроинфекций (адаптировано из [13,14, 21, 22, 26, 33, 34])

Table 1

Etiological structure and mechanisms of development of neuroinfections (adapted from [13, 14, 21, 22, 26, 33, 34])

Тип нейроинфекции Neuroinfection type	Механизм Mechanism	Основные возбудители Main causative agents	Особенности Features
Первичные Primary	Гематогенное проникновение через гематоэнцефалический барьер, транснавально Hematogenous penetration across the blood-brain barrier, transneural route	Преобладают вирусные агенты (вирус простого герпеса 1-го типа, вирус ветряной оспы — опоясывающего герпеса, энтеровирусы). Реже выявляются первичные бактериальные менингиты Viral agents predominate (herpes simplex virus type 1, varicella-zoster virus, enteroviruses). Primary bacterial meningitis is less common.	Острое начало, сезонность, вирусная этиология Acute onset, seasonality, viral etiology
Вторичные посттравматические Secondary posttraumatic	Нарушение барьерных структур (переломы, операции, ликворея) Disruption of barrier structures (fractures, surgeries, cerebrospinal fluid leak)	<i>S. aureus</i> , <i>S. epidermidis</i> , <i>K. pneumoniae</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>A. baumannii</i>	Полирезистентность, нозокомиальные штаммы, рецидивы Multidrug resistance, nosocomial strains, recurrences
Вторичные нетравматические контактные Secondary non-traumatic contact	Прямое распространение из ЛОР-органов Direct spread from ENT organs	<i>S. pneumoniae</i> , <i>H. influenzae</i> , анаэробы <i>S. pneumoniae</i> , <i>H. influenzae</i> , anaerobes	Полимикробный характер, риск абсцедирования Polymicrobial nature, risk of abscess formation
Вторичные нетравматические на фоне иммуносупрессии Secondary non-traumatic at the background of immune suppression	Гематогенное, реактивация латентной инфекции Hematogenous, reactivation of latent infection	<i>T. gondii</i> , <i>C. neoformans</i> , цитомегаловирус, вирус Джона Каннингема, <i>Aspergillus spp.</i> <i>T. gondii</i> , <i>C. neoformans</i> , cytomegalovirus, JC virus, <i>Aspergillus spp.</i>	Атипичная клиника, трудности диагностики Atypical clinical presentation, diagnostic challenges
Связанные с оказанием медицинской помощи Related to the provision of medical care	Нейрохирургические вмешательства, дренажи, искусственная вентиляция легких, катетеризация Neurosurgical interventions, drainage, mechanical ventilation, catheterization	<i>S. epidermidis</i> , метициллин-резистентный золотистый стафилококк, <i>K. pneumoniae</i> , <i>A. baumannii</i> , энтерококки <i>S. epidermidis</i> , methicillin-resistant <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>K. pneumoniae</i> , <i>A. baumannii</i> , enterococci	Высочайший уровень резистентности, биопленки Extremely high level of resistance, biofilms

2,2 ммоль/л или ниже 50% от ее уровня в плазме крови) и значительное повышение содержания белка (свыше 1,0 г/л) при высокой частоте обнаружения патогена методами посева и полимеразной цепной реакции (ПЦР) [24, 25]. При **вторичных посттравматических** изменениях ликвора носят сходный характер, однако существует риск контаминации образца путевой кровью. Наибольшие диагностические трудности возникают при **постнейрохирургическом менингите**, когда воспалительный процесс может иметь асептическую природу. В таких ситуациях информативно определение дополнительных биомаркеров — прокальцитонина, интерлейкинов 6 и 8,

а также гепарин-связывающего белка [21, 37]. У **пациентов с иммуносупрессией** цитоз в ликворе нередко остается невысоким, а идентификация возбудителя возможна лишь с помощью высокочувствительных молекулярно-генетических методов — ПЦР или метагеномного секвенирования [38–40].

Молекулярно-генетическая диагностика

Методы молекулярной верификации приобретают особую значимость при вторичных инфекциях у иммунокомпрометированных больных, а также при отрицательных результатах традиционного культурного ис-

следования. ПЦР цереброспинальной жидкости (включая мультиплексные панели, одновременно определяющие десятки возбудителей) и метагеномное секвенирование следующего поколения (mNGS) позволяют не только идентифицировать патоген, но и в ряде случаев обнаруживать ассоциированные с ним гены антибиотикорезистентности, что критически важно для своевременного назначения таргетной терапии [38–40].

Нейровизуализация

При **первичных бактериальных менингитах** компьютерная или магнитно-резонансная томография головного мозга обычно выполняется

до люмбальной пункции с целью исключения объемного процесса. Характерной рентгенологической находкой при этом служит диффузное усиление мозговых оболочек после введения контрастного препарата [42]. Совершенно другая роль отводится нейровизуализации при **вторичных формах**: при таком подходе она становится обязательным и зачастую решающим компонентом диагностического поиска. Именно томография позволяет верифицировать абсцесс головного мозга, субдуральную эмпиему, признаки ликвореи, дефекты основания черепа, а также детально оценить состояние параназальных пазух и височной кости — то есть выявить те структурные изменения, которые напрямую определяют дальнейшую хирургическую и терапевтическую тактику [20, 41, 42]. Сравнение описанных диагностических подходов представлено в таблице 2.

Лечебные стратегии: сходства и различия

Выбор терапевтической тактики при нейроинфекциях представляет собой многофакторный процесс, основанный на анализе этиологии, патогенеза и индивидуальных особенностей пациента. Первичные и вторичные формы поражения ЦНС требуют принципиально разных подходов. Если при вирусных энцефалитах основу этиотропного лечения составляют противовирусные средства, то при вторичных бактериальных процессах на первый план выходит массивная антибактериальная терапия, нередко сочетающаяся с хирургическим вмешательством. Вместе с тем независимо от генеза патологии, существуют универсальные принципы ведения больных, соблюдение которых во многом определяет исход заболевания.

Общие принципы терапии. В основе терапии любого нейроинфекционного процесса лежат два ключевых принципа: максимально раннее эмпирическое назначение антимикробных препаратов с последующей деэскалацией или коррекцией схемы по результатам микробиологического исследования, а также обязательная госпитализация пациента в отделение реанимации и интенсивной терапии [43, 44].

При **первичных вирусных нейроинфекциях** требуется незамедлительное применение противовирусных

средств — прежде всего ацикловира и специфических иммуноглобулинов [9, 10]. В свою очередь, ведение пациентов с **вторичными бактериальными нейроинфекциями** диктует необходимость выбора эмпирической антибиотикотерапии с обязательным учетом предполагаемого патогенетического механизма развития процесса.

При **посттравматических и healthcare-ассоциированных** формах стартовая схема должна включать препараты, активные в отношении метициллин-резистентного *Staphylococcus aureus* (ванкомицин, линезолид), в комбинации с антибиотиками, действующими на грамотрицательную нозокомиальную флору (цефалоспорины IV поколения, карбапенемы). В случае верификации *Acinetobacter baumannii* препаратом выбора становится коломицин [13, 33, 34]. При наличии у пациента наружного желудочкового дренажа серьезно рассматривается вопрос об интратекальном (интравентрикулярном) введении антибиотиков [21, 22].

При **контактных (отогенных, риногенных)** нейроинфекциях эмпирическая терапия строится на комбинации цефтриаксона с метронидазолом для охвата анаэробной флоры [11, 29].

При **абсцессах головного мозга** требуется длительная (6–8 недель) антибактериальная терапия, нередко с эскалацией схемы по результатам посева гнойного содержимого [20].

Хирургическое лечение играет ключевую роль при целом ряде состояний, включая абсцесс головного мозга размером более 2,5 см, субдуральную эмпиему, ликворею и осложненный синусит [11, 17, 20, 29]. Раннее оперативное вмешательство при посттравматическом менингите значимо улучшает исходы заболевания. Исторически это было продемонстрировано еще в классической работе Winkler и соавт. (1994), согласно которой выполнение операции в первые 6 суток с момента декомпенсации позволяло снизить летальность с 25 до 5 %, что находит подтверждение и в современных ретроспективных исследованиях.

Иммунокомпрометированные пациенты требуют особого подхода. Эмпирическая терапия у данной категории больных должна быть расширена за счет включения противогрибковых и противопаразитарных средств, а также сопровождаться по возможности

коррекцией иммуносупрессивной терапии [19, 30].

Прогнозы и исходы

Прогноз при нейроинфекциях представляет собой многогранный клинический феномен, определяемый взаимодействием нескольких факторов. Ключевыми из них выступают своевременность начала этиотропной терапии, уровень антибиотикорезистентности выделенного возбудителя и исходный иммунный статус пациента [25, 45]. Прямая зависимость исходов от этиологии и характера входных ворот инфекции систематизирована в таблице 3.

Согласно данным R. La Russa и соавт., посттравматический менингит неизменно ассоциируется с высокой летальностью, что ставит его в ряд наиболее опасных осложнений ЧМТ [12]. Еще более неблагоприятная картина наблюдается при нозокомиальных (ассоциированных с медицинской помощью) вентикулитах: показатели смертности при этой форме достигают 30–40 %, что подчеркивает значимость проблемы госпитального поражения ЦНС [22, 34].

ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования в области вторичных нейроинфекций сосредоточены на нескольких ключевых направлениях, определяющих развитие методов диагностики, терапии и профилактики данной патологии. В настоящем разделе представлен критический анализ полученных данных, проведено их сопоставление с результатами актуальных профильных исследований, а также рассмотрены существующие противоречия, экономические аспекты проблемы и методологические ограничения обзора.

Современные направления в диагностике и терапии

Этиологическая диагностика. Традиционные микробиологические методы, прежде всего посев ликвора, нередко демонстрируют низкую чувствительность — особенно на фоне предшествующей антибиотикотерапии или при оппортунистических инфекциях. Именно поэтому ведущим трендом сегодня становится внедрение mNGS цереброспинальной жидкости. Как убедительно показывают исследования, mNGS позволяет идентифицировать возбудителя у 57–73 % пациентов

Таблица 2

Сравнение диагностических подходов при первичных бактериальных и различных типах вторичных нейроинфекций

Table 2

Comparison of diagnostic approaches for primary bacterial and various types of secondary neuroinfections

Параметр Parameter	Первичные бактериальные нейроинфекции Primary bacterial neuroinfection	Вторичные посттравмати- ческие Secondary posttraumatic	Вторичные нетравматические (контактные) Secondary non- traumatic (contact)	Вторичные нетравматические (на фоне иммуносупрессии) Secondary non-traumatic (at the background of immune suppression)	Связанные с оказанием медицинской помощи Related to provision of medical care
Базовые методы Basic methods	Люмбальная пункция, бактериологи- ческий посев ликвора и крови, ПЦР Lumbar puncture, bacteriological culture of cerebrospinal fluid and blood, PCR	Компьютерная томография (КТ) или магнитно-резонансная томография (МРТ) головного мозга (обязательно), посев ликвора, крови, раневого отделяемого Computed tomography (CT) or magnetic resonance imaging (MRI) of the brain (mandatory), culture of cerebrospinal fluid, blood, and wound discharge	КТ/МРТ с контрастированием, посев ликвора, санация ЛОР-очага Contrast-enhanced CT/MRI, CSF culture, sanitation of ENT focus of infection	МРТ с контрастированием, метагеномное секвенирование следующего поколения (mNGS) или мультиплексная полимеразная цепная реакция (ПЦР) ликвора, серология (криптококк, токсоплазма) Contrast MRI, metagenomic next-generation sequencing (mNGS) or multiplex polymerase chain reaction (PCR) of CSF, serology (Cryptococcus, Toxoplasma)	КТ/МРТ, посев ликвора и катетеров, мультиплексная ПЦР CT/MRI, CSF and catheter cultures, multiplex PCR
Цитоз в ликворе Cerebrospinal fluid cytositis	Нейтрофильный (часто > 1000/ мкл), резкое снижение глюкозы Neutrophilic (often > 1000/ μ L), marked decrease in glucose	Нейтрофильный, глюкоза снижена (может быть менее выражена) Neutrophilic; glucose is decreased (may be less pronounced).	Нейтрофильный, глюкоза часто снижена Neutrophilic, glucose is often decreased	Лимфоцитарный или смешанный (иногда нормальный), глюкоза может быть нормальной или сниженной Lymphocytic or mixed (sometimes normal); glucose may be normal or decreased.	Нейтрофиль- ный/ смешанный, может быть нормальным Neutrophilic/ mixed; may be normal.
Биомаркеры Biomarkers	Прокальцитонин сыворотки, СРБ, IL-6 Serum procalcitonin, CRP, IL-6	Прокальцитонин, β 2трансферрин (при ликворее), гепарин- связывающий белок [37] Procalcitonin, β 2- transferrin (in cases of CSF leakage), heparin- binding protein [37]	Прокальцитонин, анаэробные культуры Procalcitonin, anaerobic cultures	(1 $\rightarrow$ 3)- β -D-глюкан (грибки), криптококковый антиген, лимфоцитарные субпопуляции (1 $\rightarrow$ 3)- β -D-glucan (fungi), cryptococcal antigen, lymphocyte subpopulations	Гепарин- связывающий белок, IL6 [37] Heparin-binding protein, IL-6 [37]
Дополни- тельные методы Additional methods	Исключение септических эмболов (ЭхоКГ) Ruling out septic emboli (echocardiography)	Электронейромио- графия (при полинейропатии критических состояний), контроль внутричерепного давления Electroneuromyo- graphy (for poly neuropathy of critical states), intracranial pressure control	КТ/МРТ пазух носа, височных костей, дигитальная субтракционная ангиография (при кавернозном синус- тромбозе) CT/MRI of paranasal sinuses and temporal bones, digital subtraction angiography (in cavernous sinus thrombosis)	Определение субпопуляций CD4+ (ВИЧ), количественная ПЦР на цитомегаловирус, Вирус Эпштейна — Барр, вирус Джона Каннингема, титры антител к токсоплазме Determination of CD4+ subpopulations (HIV), quantitative PCR for cytomegalovirus, (Epstein- Barr virus, and JC virus, and Toxoplasma antibody titers.	Контаминация катетера, биофленка Catheter contamination, biofilm

Диагностические трудности Diagnostic difficulties	Необходимость дифференциации от геморрагического инсульта, абсцесса (редко) Need to differentiate from hemorrhagic stroke and abscess (rare)	Дифференциация инфекционного и асептического послеоперационного менингита; ложные результаты на фоне антибиотиков Differentiation of infectious and aseptic post surgical meningitis; false results at the background of antibiotics)	Полимикробная флора, трудность идентификации анаэробов Polymicrobial flora, difficulty in identifying anaerobes	Атипичная клиника, отрицательные стандартные посевы, необходимость широкого дифференциального ряда (туберкулез, лимфома, лекарственные эффекты) Atypical clinics, negative standard cultures, the need for a broad differential diagnosis (tuberculosis, lymphoma, drug effects)	Сложность интерпретации при положительных посевах из катетеров Complexity of interpreting positive catheter cultures
--	---	--	--	---	---

Таблица 3
Прогнозы при различных типах нейроинфекций
Table 3
Prognoses for various types of neuroinfections

Параметр Parameter	Первичные нейроинфекции Primary neuroinfections	Вторичные нейроинфекции (все группы) Secondary neuroinfections (all groups)
Летальность (общая) Mortality (general)	5-30 % в зависимости от возбудителя 5–30 %, depending on the causative agent	15-40 % (до 60 % при ВИЧ-ассоциированных) 15-40 % (up to 60 % in HIV-associated cases)
Основные факторы неблагоприятного прогноза Main factors of poor prognosis	Пожилый возраст, задержка терапии > 48 часов Advanced age, delay in therapy > 48 hours	Полирезистентный возбудитель, абсцесс/эмпиема, кома, септический шок [22, 33] Multidrug-resistant pathogen, abscess/empyema, coma, septic shock [22, 33]
Резидуальные неврологические дефекты Residual neurological defects	20-50 %	40-70 % (посттравматическая эпилепсия до 15 % [45], гидроцефалия) 40–70 % (post-traumatic epilepsy up to 15% [45], hydrocephalus)
Отдаленный прогноз Long term prognosis	От полного выздоровления до стойкой утраты трудоспособности / From complete recovery to permanent disability	Часто неблагоприятный, особенно при отсроченной терапии Often unfavorable, especially with delayed therapy

с отрицательными результатами посевов, причем наиболее впечатляющие результаты достигнуты при вирусных, грибковых и паразитарных поражениях ЦНС [38, 39]. Параллельно разрабатываются стандартизированные протоколы и алгоритмы интерпретации данных mNGS, а также изучается возможность его комбинации с мультиплексной ПЦР для рутинной клинической практики [40].

Не менее активно ведутся поиски новых ликворных биомаркеров. Наряду с классическими прокальцитонином и интерлейкином 6 все более перспективным признается гепарин-связывающий белок. По данным Y. Kong и соавт., этот маркер демонстрирует высокую чувствительность (92 %) и специфичность (88 %) при дифференциальной диагностике healthcare-ассоциированного вентикулита и асептического послеоперационного воспаления, что открывает новые возможности для раннего и точного

распознавания нозокомиальных осложнений [37].

Антибиотикорезистентность.

Распространение карбапенемазопро-дуцирующих штаммов *K. pneumoniae* и *A. baumannii* делает стандартные схемы неэффективными [13, 33]. В связи с этим современные исследования направлены на оптимизацию альтернативных подходов, среди которых выделяют:

- комбинированную терапию (в частности, сочетания колистина с тигециклином, а также цефтазидима-авибактама с азтреонамом) [26, 33];
- интратекальное введение антибиотиков (ванкомицина, аминогликозидов, полимиксинов) с мониторингом концентраций [21, 22];
- новые препараты (цефидерокол, эравациклин, бактериофаги).

Как показывают метаанализы, локальное (интратекальное) применение колистина при нозокомиальных менингитах и вентикулитах позволяет

значимо снизить показатели летальности — с 65 до 38 %, что делает этот метод патогенетически обоснованным при неэффективности системного введения [33, 34].

Иммуномодуляция и адъювантная терапия. В экспериментальных моделях активно исследуются ингибиторы инфламасомы NLRP3 и блокаторы циклооксигеназы-2 [8, 18]. В свою очередь, для иммуносупрессивных пациентов и при развитии септических состояний оценивается клинический потенциал следующих подходов:

- глюкокортикоиды (дексаметазон) – доказано снижение показателей смертности при бактериальных менингитах у взрослых, но у детей и при нозокомиальных формах эффективность не подтверждена [43];
- внутривенные иммуноглобулины, анакинра (анти-IL-1) [30, 43];
- восстановление CD4+-клеток у ВИЧ-инфицированных [19].

Хирургическая тактика и профилактика. Ранняя хирургическая санация очага инфекции выступает в качестве независимого фактора благоприятного исхода заболевания. В свою очередь, профилактика нозокомиальных healthcare-ассоциированных инфекций строится на комплексном подходе, включающем применение антибиотико-импрегнированных дренажных систем (что обеспечивает снижение частоты инфекционных осложнений с 12 % до 4–6 %) [14, 21], проведение коротких курсов периоперационной антибиотикопрофилактики и строгое соблюдение стандартизованных протоколов ухода за катетерами.

Прогнозирование исходов. В настоящее время активно разрабатываются и валидируются прогностические шкалы, адаптированные для пациентов нейроинтенсивного профиля (модифицированные шкалы APACHE, SOFA, а также специализированные шкалы для оценки тяжести менингита). Ключевыми независимыми предикторами неблагоприятного исхода выступают: кома (отношение шансов (ОШ) = 6,2), полирезистентный возбудитель (ОШ = 4,8), отсрочка терапии > 48 часов (ОШ = 3,5) [22, 34, 45]. Посттравматическая эпилепсия развивается у 10–15 % пациентов, госпитальные инфекции повышают риск в 1,7 раза [45].

Критический анализ противоречий в литературе

Анализ литературы выявляет ряд противоречий и нерешенных вопросов.

Применение дексаметазона при нозокомиальных формах. В то время как при первичных бактериальных менингитах дексаметазон значительно снижает показатели смертности и частоту неврологических осложнений (особенно при пневмококковой этиологии), его целесообразность при посттравматических и ассоциированных с медицинской помощью процессах остается дискуссионной. Ряд авторов не рекомендуют его рутинное назначение из-за возможного ухудшения проникновения антибактериальных препаратов через воспаленный гематоэнцефалический барьер и дополнительного риска иммуносупрессии [43]. Напротив, отдельные исследователи предполагают эффективность глюкокортикоидов у пациентов с выраженным отеком головного мозга [30]. Таким образом,

данное решение должно приниматься строго индивидуально с учетом этиологии и конкретной клинической ситуации.

Оптимальный выбор между системной и интратекальной терапией. Несмотря на благоприятные результаты локального введения антибиотиков при верификации полирезистентных штаммов, к настоящему времени отсутствуют крупные рандомизированные клинические исследования, напрямую сравнивающие данные подходы. Существует обоснованное опасение, что интратекальное введение может повышать риск прямой нейротоксичности и не во всех случаях обеспечивает терапевтическую концентрацию препарата в паренхиме головного мозга [21, 22].

Роль mNGS в рутинной практике. Хотя метод mNGS демонстрирует высокую чувствительность, значительная стоимость, длительность выполнения (до 48–72 часов) и сложность интерпретации результатов (ввиду риска контаминации и персистенции комменсальной флоры) ограничивают его повсеместное внедрение. Ряд экспертов сходятся во мнении о целесообразности использования mNGS исключительно в качестве резервного инструмента при отрицательных результатах стандартных тестов [38, 39].

Расхождение в определении ликвореи и показаниях к хирургическому вмешательству. Различные клинические школы предлагают неодинаковые маркеры выявления ликворных фистул (определение бета-2-трансферина, КТ-цистернография) и переменные сроки оперативного закрытия дефектов, что существенно затрудняет стандартизацию подходов [16, 17, 28].

Таким образом, значительная часть современных клинических рекомендаций базируется на низком уровне доказательности (мнениях экспертов, малых когортных исследованиях), что подчеркивает настоятельную необходимость проведения дальнейших проспективных многоцентровых работ.

Экономические аспекты

Экономические аспекты и финансовые затраты играют существенную роль при выборе диагностических и лечебных стратегий, особенно в условиях ограниченных ресурсов систем здравоохранения.

mNGS: стоимость одного исследования в специализированных лабораториях может достигать 1500–3000 долларов США, что многократно превышает затраты на стандартные бактериологические посевы и рутинную ПЦР-диагностику. Однако при отрицательных результатах культурных методов применение mNGS может быть экономически оправдано за счет сокращения длительности нерациональной эмпирической антибиотикотерапии, снижения частоты осложнений и уменьшения продолжительности госпитализации. Фармакоэкономический анализ, проведенный в ряде актуальных работ, показывает, что ранняя интеграция mNGS в протоколы ведения пациентов с тяжелыми нейроинфекциями рентабельна, по крайней мере, в странах с высоким уровнем дохода [39].

Интратекальная терапия: стоимость самих антибактериальных препаратов (в частности, колистина или ванкомицина) для интравентрикулярного введения невелика, однако требуются дополнительные расходы на мониторинг концентраций, специализированные катетеры и обучение персонала. Сравнительные исследования экономической эффективности интратекальной и системной терапии пока не проводились.

Антибиотико-пропитанные дренажи: их более высокая стоимость по сравнению с обычными дренажами компенсируется снижением частоты инфекций (с 10–15 до 4–6 %) и связанных с ними затрат на лечение и prolongation госпитализации. По некоторым оценкам, использование таких дренажей экономически выгодно при частоте инфекций более 8 % [21].

Представленные данные подчеркивают необходимость учитывать не только клиническую эффективность, но и экономическую целесообразность при разработке национальных клинических протоколов, особенно для систем здравоохранения с ограниченным бюджетом.

Ограничения обзора

Дизайн публикации. Данная работа выполнена в формате нарративного обзора с элементами систематизированного поиска. В отличие от полноценного систематического обзора, в ней не проводилась формальная статистическая оценка гетерогенности данных и риска систематических ошибок,

что допускает определенный элемент субъективности при интерпретации литературных источников.

Языковой фильтр. Анализ ограничивался исключительно публикациями на русском и английском языках, в связи с чем из поля зрения могли быть упущены значимые исследования, изданные на других языках.

Временной охват. Фокус на публикациях за период 2021–2026 гг. позволил аккумулировать наиболее актуальные данные, однако привел к исключению более ранних фундаментальных работ.

Недостаток собственных клинических данных. В обзоре не представлены оригинальные данные авторов, что ограничивает возможность непосредственной оценки применимости выводов в локальных популяциях пациентов.

Гетерогенность источников. Включены исследования разных дизайнов (рандомизированные, когортные, описательные), что затрудняет прямое сравнение результатов.

Экономические оценки. Фармакоэкономические выводы базируются на ограниченном пуле данных, полученных преимущественно в развитых странах с высоким уровнем финансирования здравоохранения, и могут быть неэкстраполируемы на регионы с другими моделями бюджетирования.

Отсутствие формальной количественной оценки качества. Из-за жестких ограничений журнала по объему рукописи подробные результаты оценки качества источников по шкалам не были включены в итоговый текст. Это ограничивает возможность объективного сравнения уровней доказательности.

Взгляд в будущее: направления предстоящих исследований

Наиболее значимыми векторами дальнейших научных изысканий в области вторичных нейроинфекций представляются:

- проведение проспективных многоцентровых исследований с целью валидации комплексных диагностиче-

ских алгоритмов (сочетающих mNGS и ликворные биомаркеры) для различных категорий пациентов;

- организация рандомизированных клинических испытаний новых антибиотиков и режимов интратекальной терапии против карбапенем-резистентных штаммов;

- изучение роли микробиоты и кишечно-мозговой оси в патогенезе посттравматического нейровоспаления;

- разработка иммунотерапевтических подходов, способных модулировать системную воспалительную реакцию, не подавляя при этом противомикробную защиту;

- создание международных регистров пациентов с healthcare-ассоциированными нейроинфекциями для унификации подходов и сопоставимого анализа исходов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вторичные нейроинфекции представляют собой особый клинически значимый феномен, принципиально отличающийся от первичных форм по целому ряду фундаментальных параметров. Ключевые различия между этими категориями прослеживаются по нескольким направлениям. В этиологической структуре вторичных инфекций преобладает бактериальная, нередко полирезистентная микрофлора, а в их патогенезе почти всегда присутствует либо экстракраниальный очаг инфекции, либо нарушение анатомических барьеров. Диагностический алгоритм базируется на обязательном применении расширенной нейровизуализации, лечебная тактика зачастую требует хирургического вмешательства, а в исходах регистрируются более высокие показатели летальности и частота стойких резидуальных неврологических дефектов.

Особого внимания заслуживают посттравматические нейроинфекции. Эта группа выделяется на общем фоне высоким риском инфицирования нозокомиальными полирезистентными штаммами, необходимостью раннего выявления ликвореи (подчас маски-

рованной) и активной хирургической тактикой. Нетравматические вторичные нейроинфекции представляют собой гетерогенную категорию. У иммунокомпетентных пациентов они, как правило, этиологически связаны с ЛОР-очагами — хроническими отитами, синуситами, одонтогенной инфекцией. У иммунокомпрометированных лиц (с ВИЧ-инфекцией, после трансплантации, на фоне цитостатической терапии) на первый план выходят оппортунистические процессы, распознать которые без современных молекулярно-генетических методов (mNGS, мультиплексная ПЦР) практически невозможно. Ведение таких больных требует не только расширенной эмпирической терапии, но и точного понимания иммунного статуса.

Вместе с тем, несмотря на все различия, существуют общие принципы в подходах к ведению пациентов. И при первичных, и при вторичных нейроинфекциях решающее значение имеет максимально ранний старт эмпирической терапии, а анализ цереброспинальной жидкости по-прежнему остается базовым стандартом диагностики. Наконец, успех лечения в обоих случаях определяется мультидисциплинарным взаимодействием неврологов, инфекционистов, нейрохирургов и реаниматологов. Для улучшения исходов раннего выявления ликвореи, внедрение экспресс-методов диагностики антибиотикорезистентности, совершенствование протоколов комбинированной системной и интратекальной терапии, а также создание стратегий иммуномодуляции для наиболее уязвимой категории — иммуносупрессивных пациентов.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Potapchik AL, Matievskaya N V, Krasko YuP. Incidence and structure of neuroinfections in patients hospitalized in an infectious disease hospital. *Clinical Infectology and Parasitology*. 2022. No. 1, Part 11. P. 5–12. DOI: 10.34883/PI.2022.11.1.019. Russian (Потапчик А. Л., Матиевская Н. В., Краско Ю. П. Частота и структура нейроинфекций у пациентов, госпитализированных в инфекционный стационар // Клиническая инфектология и паразитология. 2022. № 1, Ч. 11. С. 5–12. DOI: 10.34883/PI.2022.11.1.019.)
2. Howard R, Benjamin L, De Saram S, Houlihan C, Manji, H. Infection in the nervous system. In: *Neurology: a queen square textbook*. Eds R. Howard, D. Kullmann, D. Werring and M. Zandi. John

- Wiley & Sons Ltd. 2024. P. 369-432. DOI: 10.1002/9781119715672.ch12.
3. Zinserling V. Infectious lesions of the central nervous system: pathology and imaging. Cham: Springer Nature, 2022. URL: <https://books.google.ru/books?id=3ZNzEAAQBAJ>
 4. Danina DV, Vlasova MV, Muravyeva A.V. Analysis of the incidence and clinical manifestations of neuroinfections in a pediatric hospital. *Russian Pediatric Journal*. 2025; 28(5S):27. URL: <https://www.rosiped.ru/jour/article/view/1868>.) Russian (Данина Д. В., Власова М. В., Муравьева А. В. Анализ заболеваемости и клинических проявлений нейроинфекций в детском стационаре // Российский педиатрический журнал. 2025. Т. 28, № 5S. С. 27. URL: <https://www.rosiped.ru/jour/article/view/1868>.)
 5. Huff H V, Wilson-Murphy M. Neuroinfectious diseases in children: pathophysiology, outcomes, and global challenges. *Pediatric Neurology*. 2024; 151:53-64. DOI: 10.1016/j.pediatrneurol.2023.09.020.
 6. Likhтерman LB, Kravchuk AD, Okhlopov VA. The study of the sequelae of traumatic brain injury. Part I. *Clinical Case Review in General Medicine*. 2021; 5:25-29. Russian (Лихтерман Л. Б., Кравчук А. Д., Охлопков В. А. Учение о последствиях черепно-мозговой травмы. Часть I // Клинический разбор в общей медицине. 2021. № 5. С. 25-29.)
 7. (Likhтерman LB, Kravchuk AD, Okhlopov VA. The study of the sequelae of traumatic brain injury. Part II. *Clinical Case Review in General Medicine*. 2021; 6:23-34.) Russian (Лихтерман Л. Б., Кравчук А. Д., Охлопков В. А. Учение о последствиях черепно-мозговой травмы. Часть II // Клинический разбор в общей медицине. – 2021. – № 6. С. 23-34.)
 8. He N, Mao XJ, Ding YM, Zuo T, Chen YY, Wang LL. New insights into the biological roles of immune cells in neural stem cells in post-traumatic injury of the central nervous system. *Neural Regen Res*. 2023;18(9):1908-1916. DOI: 10.4103/1673-5374.367836.
 9. Autore G, Bernardi L, Perrone S, Esposito S. Update on viral infections involving the central nervous system in pediatric patients. *Children*. 2021; 8(9): 782. DOI: 10.3390/children8090782.
 10. Kohil A, Jemmie S, Smatti MK, Yassine HM. Viral meningitis: an overview. *Archives of Virology*. 2021. 166(2):335-345. DOI: 10.1007/s00705-020-04891-1.
 11. Novikova IS, Yakovleva TV, Bezuglaya EA., Esaulenko EV. Secondary otogenic meningoencephalitis with recurrent abscesses. *Journal of Infectology*. 2026; 18(1):174-181. DOI: 10.22625/2072-6732-2026-18-1-174-181. Russian (Новикова И. С., Яковлева Т. В., Безуглая Е.А., Эсауленко Е. В. Вторичный отогенный менингоэнцефалит с рецидивирующими абсцессами // Журнал инфектологии. 2026. Т. 18, № 1. С. 174-181. DOI: 10.22625/2072-6732-2026-18-1-174-181.)
 12. La Russa R, Maiese A, Di Fazio N, Morano A, Di Bonaventura C, De Matteis A. Post-traumatic meningitis is a diagnostic challenging time: a systematic review focusing on clinical and pathological features. *Int J Mol Sci*. 2020;21(11):4148. DOI: 10.3390/ijms21114148.
 13. Kolupaeva LV, Kolupaeva NV, Lebedeva AYU, Solomentsev VI, Sizova AA, Fursov MV, et al. Genomic sequences of *Acinetobacter baumannii* and *Klebsiella pneumoniae* isolates obtained from the blood of patients in an intensive care unit in 2024. *Bacteriology*. 2025; 10(1):116-118. DOI: 10.20953/2500-1027-2025-1-116-118.) Russian (Колупаева Л. В., Колупаева Н. В., Лебедева А. Ю., Соломенцев В. И., Сизова А. А., Фурсов М. В., и др. Геномные последовательности изолятов *Acinetobacter baumannii* и *Klebsiella pneumoniae*, выделенных из крови пациентов отделения реанимации и интенсивной терапии в 2024 году // Бактериология. 2025. Т. 10, № 1. С. 116-118. DOI: 10.20953/2500-1027-2025-1-116-118)
 14. Ippolito M, Giarratano A, Cortegiani A. Healthcare-associated central nervous system infections. *Curr Opin Anesthesiol*. 2022. 35(5): 549-554. DOI: 10.1097/ACO.0000000000001167.)
 15. Iancu D, Moldovan I, Țilea B, Voidăzan S. Evaluating healthcare-associated infections in public hospitals: a cross-sectional study. *Antibiotics*. 2023. 12(12):1693. DOI: 10.3390/antibiotics12121693.
 16. Lilenko AS, Sugarova SB, Kharitonova PR, Luntovskaya P A, Tanaschishina VA. Clinical case of post-traumatic middle cranial fossa meningocele. *Russian Otorhinolaryngology*. 2025; 24(3)(136): 75-80. Russian (Лиленко А. С., Сугарова С. Б., Харитоновна П. Р., Лунтовская П. А., Танасчишина В. А. Клинический случай посттравматического менингоцеле средней черепной ямки // Российская оториноларингология. 2025. Т. 24. № 3 (136). С. 75-80.)
 17. Lekuya HM. Depressed skull fractures : timing of surgery, systemic inflammatory response, surgical site infection, and post-traumatic epilepsy (DESTINE Study). PhD Thesis. Ghent, Belgium: Ghent University. Faculty of Medicine and Health Sciences; 2025. 348 p.
 18. Faller CJ, S Kursancew AC, Lima BB, Duarte NG, Noetzold JT, Studnicka N, et al. Association between traumatic brain injury and risk of developing infections in the central nervous system and periphery. *Metab Brain Dis*. 2025;40(6):235. DOI: 10.1007/s11011-025-01658-y.
 19. Kapustin DV, Krasnova EI, Khokhlova NI, Osipova IP, Totmenin AV, Gashnikova NM, et al. Characteristics of CNS involvement in HIV-infected patients in the Novosibirsk Region. *Treating Physician*. 2023;26(11):31-38. Russian (Капустин Д. В., Краснова Е. И., Хохлова Н. И., Осипова И. П., Тотменин А. В., Гашникова Н. М. и др. Особенности поражения ЦНС у больных ВИЧ-инфекцией в Новосибирской области // Лечащий врач. 2023. Т.26, № 11. С. 31-38.)
 20. Shubin DI, Karpova AA, Nikitin PA. Brain abscess combined with subdural empyema. *Bulletin of Contemporary Clinical Medicine*. 2023; 16(5):107-112. DOI: 10.20969/VSKM.2023.16(5).107-112.) Russian (Шубин Д. И., Карпова А. А., Никитин П. А. Абсцесс головного мозга в сочетании с субдуральной эмпиемой // Вестник современной клинической медицины. 2023. Т.16, № 5. С.107-112. DOI: 10.20969/VSKM.2023.16(5).107-112.)
 21. Karvouniaris M, Brotis A, Tsiakos K, Palli E, Koulenti D. Current perspectives on the diagnosis and management of healthcare-associated ventriculitis and meningitis. *Infect Drug Resist*. 2022;15:697-721. DOI: 10.2147/IDR.S326456. PMID: 35250284.
 22. Valdeiros SR, Torráo C, Freitas LS, Mano D, Gonçalves C, Teixeira C. Nosocomial meningitis in intensive care: a 10-year retrospective study and literature review. *Acute Crit Care*. 2022;37(1):61-70. DOI: 10.4266/acc.2021.01151.
 23. Skripchenko EYu, Zheleznikova GF, Skripchenko NV, Alekseeva LA, Goleva OV, Bessonova TV, et al. Immunopathological and genetic aspects of the pathogenesis of CNS lesions in VZV infection. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2022;122(10):46-56. DOI: 10.17116/jnevro202212210146 Russian (Скрипченко Е. Ю., Железникова Г. Ф., Скрипченко Н. В., Алексеева Л. А., Голева О. В., Бессонова Т. В. и др. Иммунопатологические и генетические аспекты патогенеза поражений ЦНС при VZV-инфекции // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2022. Т. 122, № 10. С. 46-56. DOI: 10.17116/jnevro202212210146.)
 24. Redenbaugh V, Flanagan EP. Understanding the etiology of meningitis and encephalitis. *Lancet Reg Health West Pac*. 2022; 20:100373. DOI: 10.1016/j.lanwpc.2021.100380.

25. Block N, Naucier P, Wagner P, Morfeldt E, Henriques-Normark B. Bacterial meningitis: aetiology, risk factors, disease trends and severe sequelae during 50 years in Sweden. *J Intern Med.* 2022;292(2):350-364. DOI: 10.1111/joim.13488.
26. Xu J, Du X, Li D, Li P, Guo Q, Xu X, et al. Clinical characteristics and antimicrobial therapy of healthcare-associated carbapenem-non-susceptible gram-negative bacterial meningitis: a 16-year retrospective cohort study. *BMC Infect Dis.* 2024;24(1):368. DOI: 10.1186/s12879-024-09237-9.
27. Smaija S, Noor F, Luqman S, Asifa S. Management options for post traumatic CSF rhinorrhea: a case series study. *Pakistan Journal Of Neurological Surgery.* 2022; 26: 76-82. DOI:10.36552/pjns.v26i1.628.
28. Abraham AP, Singh M, Reji KK, Nair S, Joseph M. Long-term follow-up of patients managed conservatively for acute traumatic CSF rhinorrhea. *World Neurosurg.* 2022; 161:e564-e571. DOI: 10.1016/j.wneu.2022.02.065.
29. Rubini A, Ronzani G, D'Alessandro E, Marchioni D. Management of otogenic meningitis: practical guidelines. *J Clin Med.* 2024; 13(18): 5509. DOI: 10.3390/jcm13185509.
30. Alviz LF, Jones BA, Agnihotri SP, Thakur KT. Identifying CNS infections in transplantation and immunomodulatory therapy. *Ther Adv Infect Dis.* 2024;11:20499361241298456. DOI: 10.1177/20499361241298456.
31. Zhang F, Li Y, Shen H, Tao J, Wang J. Case report: cryptococcal eosinophilic meningitis in a patient with Hodgkin lymphoma. *Front Neurol.* 2022;13:898525. DOI: 10.3389/fneur.2022.898525.
32. Panda AK, Hazra S, Anthony A, Kushwaha S. Cryptococcal infection causing longitudinal extensive transverse myelitis in an immunocompetent individual: Case report and literature review. *Front Neurol.* 2023;14:1171572. DOI: 10.3389/fneur.2023.1171572.
33. Ye Y, Kong Y, Ma J, Shi G. Carbapenem-resistant gram-negative bacteria-related healthcare-associated ventriculitis and meningitis: antimicrobial resistance of the pathogens, treatment, and outcome. *Microbiol Spectr.* 2022;10(3):e0025322. DOI: 10.1128/spectrum.00253-22.
34. Panic H, Gjurasin B, Santini M, Kutlesa M, Papic N. Etiology and outcomes of healthcare-associated meningitis and ventriculitis-A single center cohort study. *Infect Dis Rep.* 2022;14(3):420-427. DOI: 10.3390/idr14030045.
35. Skripchenko NV, Skripchenko EYu, Marchenko NV, Vilnits AA. Diagnosis of neuroinfections in children. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry.* 2024; 124:11-2:51-59. DOI: 10.17116/jnevro202412411251. Russian (Скрипченко Н. В., Скрипченко Е. Ю., Марченко Н. В., Вильниц А. А. Диагностика нейроинфекций у детей // Журнал неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова. 2024. Т. 124, № 11-2. С. 51-59. DOI: 10.17116/jnevro202412411251.)
36. Isanova ShT, Khudoiberdiev ShE, Mukhtarova AA. Evolution of methods for early diagnosis of meningitis in children at the present stage. *J Mod Med.* 2025. 11(4): 747-753.
37. Kong Y, Niu J, Liu Z, Zhou W, Tian Y, Shi G. Heparin-binding protein as a diagnostic biomarker for healthcare-associated meningitis and ventriculitis in pediatric patients. *Neurosurgery.* 2025;97(3):710-718. DOI: 10.1227/neu.0000000000003505.
38. Li J, Zhang L, Yang X, Wang P, Feng L, Guo E, et al. Diagnostic significance of targeted next-generation sequencing in central nervous system infections in neurosurgery of pediatrics. *Infect Drug Resist.* 2023;16:2227-2236. DOI: 10.2147/IDR.S404277.
39. Su LD, Chiu CY, Gaston D, Hogan CA, Miller S, Simon DW, et al. Clinical metagenomic next-generation sequencing for diagnosis of central nervous system infections: advances and challenges. *Mol Diagn Ther.* 2024;28(5):513-523. DOI: 10.1007/s40291-024-00727-9.
40. Nassur JA, Schnell KM, Dolon CD, Walters L, Weber D, Pettengill MA. Epidemiology of healthcare-associated ventriculitis and meningitis (HCAVM) and community-acquired meningitis/encephalitis and evaluation of an off-label PCR panel for HCAVM diagnosis. *Microbiol Spectr.* 2026;14(2):e0277025. DOI: 10.1128/spectrum.02770-25.
41. Hwee TP, Cheng TK. Imaging of congenital/childhood CNS infections. *Neuroimaging Clin N Am.* 2023; 33(1):207-224. DOI: 10.1016/j.nic.2022.07.017.
42. Rajarajan P, Quinn C, Holroyd KB. Neuroimaging of central nervous system infections. *Semin Neurol.* 2025. 45(5): 584-600. DOI: 10.1055/a-2645-2914
43. Alamarat Z, Hasbun R. Management of acute bacterial meningitis in children. *Infect Drug Resist.* 2020. 13:4077-4089. DOI: 10.2147/IDR.S240162.
44. Skripchenko NV, Vilnits AA, Egorova ES, Skripchenko EYu, Klimkin AV, Voitenkov VB, et al. Emergency conditions in neuroinfections in children. *Russian Pediatric Journal.* 2022; 3(1):287. Russian (Скрипченко Н. В., Вильниц А. А., Егорова Е. С., Скрипченко Е. Ю., Климкин А. В., Войтенков В. Б. и др. Неотложные состояния при нейроинфекциях у детей // Российский педиатрический журнал. 2022. Т. 3, № 1. С. 287.)
45. Chen Z, Laing J, Li J, O'Brien TJ, Gabbe BJ, Semple BD. Hospital-acquired infections as a risk factor for post-traumatic epilepsy: A registry-based cohort study. *Epilepsia Open.* 2024;9(4):1333-1344. DOI: 10.1002/epi4.12957.

Сведения об авторах:

Кан Сергей Людовикович (автор для переписки) — д.м.н., доцент, ректор ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России; ул. Ворошилова, д. 22а, г. Кемерово, Россия, 650029. E-mail: kansergey1980@mail.ru

Устьянцева Ирина Марковна — д.б.н., профессор, член-корреспондент РАЕН, профессор кафедры патологической физиологии, кафедры медицинской биохимии ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России; ул. Ворошилова, д. 22а, г. Кемерово, Россия, 650029. <https://orcid.org/0000-0002-1234-5678>. E-mail: irmaust@mail.ru; kemsma@kemsma.ru

Шеметов Александр Владимирович — ассистент кафедры анестезиологии и реаниматологии, сотрудник Многопрофильного

Information about authors:

Kan Sergey Lyudovichovich (author for correspondence), associate professor, rector of Kemerovo State Medical University; 22a Voroshilova St., Kemerovo, Russia, 650029. E-mail: kansergey1980@mail.ru

Ustyantseva Irina Markovna — Doctor of Biological Sciences, professor, corresponding member of RANS, professor at department of pathological physiology and department of medical biochemistry, Kemerovo State Medical University; 22a Voroshilova St., Kemerovo, Russia, 650029. <https://orcid.org/0000-0002-1234-5678>. E-mail: irmaust@mail.ru; kemsma@kemsma.ru

Shemetov Alexander Vladimirovich — assistant, department of anesthesiology and intensive care; staff member of Multidisciplinary

аккредитационно-симуляционного центра НГИУВ – филиала ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России; пр-т Строителей, д. 5, г. Новокузнецк, Россия, 654005. <https://orcid.org/0000-0003-2051-6568>. E-mail: avshemetov@mail.ru

Хохлова Зинаида Александровна — д.м.н., профессор, профессор кафедры эпидемиологии и инфекционных болезней ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России; ул. Ворошилова, д. 22а, г. Кемерово, Россия, 650029; заведующая кафедрой инфекционных болезней НГИУВ – филиала ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России; пр-т Строителей, д. 5, г. Новокузнецк, Россия, 654005. <https://orcid.org/0000-0001-7306-1849>. E-mail: zinaidaxoxlowa@yandex.ru

Accreditation and Simulation Center, Novokuznetsk State Institute for Postgraduate Medical Education (branch of Russian Medical Academy of Continuous Professional Education); Prospect Stroiteley, 5, Novokuznetsk, Russia, 654005. <https://orcid.org/0000-0003-2051-6568>. E-mail: avshemetov@mail.ru

Khokhlova Zinaida Alexandrovna — MD, PhD, professor, department of epidemiology and infectious diseases, Kemerovo State Medical University; 22a Voroshilova St., Kemerovo, Russia, 650029; head of department of infectious diseases, Novokuznetsk State Institute for Postgraduate Medical Education (branch of Russian Medical Academy of Continuous Professional Education); Prospect Stroiteley, 5, Novokuznetsk, Russia, 654005. <https://orcid.org/0000-0001-7306-1849>. E-mail: zinaidaxoxlowa@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 23.06.2026

Рецензирование пройдено 07.07.2026

Подписано в печать 31.08.2026

Received 23.06.2026

Review completed 07.07.2026

Passed for printing 31.08.2026

