



КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ МЕНИНГОЭНЦЕФАЛИТА, ВЫЗВАННЫЙ АХЛОРОФИЛЛОВОЙ ВОДОРОСЛЬЮ *PROTOTHECA SPP.*

Е.В. Токарева^{1,2}, Т.А. Дружинина², О.А. Левашова², Р.В. Рыбас¹, Е.В. Можарова¹,
Ю.С. Юрмашева¹, А.С. Сысоева²

¹ Пензенская областная клиническая больница им. Н.Н. Бурденко, Пенза, Россия

² Пензенский институт усовершенствования врачей — филиал Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования, Пенза, Россия

A clinical case of meningoencephalitis caused by achlorophyllum aquaticum *Prototheca spp.*

E.V. Tokareva^{1,2}, T.A. Druzhinina², O.A. Levashova², R.V. Rybas¹, E.V. Mozharova¹, Yu.S. Yurmasheva¹, A.S. Sysoeva²

¹ Penza Regional Clinical Hospital named after N.N. Burdenko, Penza, Russia

² Penza Institute for Further Training of Physicians — Branch Campus of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Penza, Russia

Резюме

Прототекоз — редкое инфекционное заболевание, вызываемое нефотосинтезирующими водорослями, принадлежащими к роду *Prototheca*. Его клинические проявления могут быть острыми или хроническими, локальными или генерализованными. У человека прототекоз является редким и при тяжёлом течении — высоколетальным заболеванием. Прототекоз проявляется в виде трех синдромов: инфекции кожи или мягких тканей, бурсита локтевого отростка или диссеминированной инфекции, в том числе с поражением оболочек и вещества мозга (менингоэнцефалиты).

Диагноз ставят на основании гистологического исследования биопсийного материала и микробиологического исследования спинномозговой жидкости и пораженных тканей. В работе рассмотрен клинический случай менингоэнцефалита, вызванный возбудителем *Prototheca spp.* Проанализированы актуальные литературные источники, история болезни, данные лабораторных обследований пациента.

Накопление информации об этом заболевании, его эпидемиологических и клинических особенностях, возможностях идентификации будет способствовать верификации диагноза, снижению летальных исходов, в том числе у пациентов с хроническими заболеваниями и иммунодефицитными состояниями.

Ключевые слова: прототекоз, водоросль *Prototheca spp.*, клинический случай, менингоэнцефалит.

Abstract

Protothecosis is a rare infectious disease caused by non-photosynthetic algae belonging to the genus *Prototheca*. Its clinical manifestations may be acute or chronic, localized or generalized. In humans, protothecosis is a rare and, in severe cases, highly lethal disease. Protothecosis manifests as three syndromes: skin or soft tissue infection, ulnar bursitis, or disseminated infection, including lesions of the brain membranes and substance (meningoencephalitis).

The diagnosis is made on the basis of histologic examination of biopsy material and microbiologic examination of cerebrospinal fluid and affected tissues. In this paper we consider a clinical case of meningoencephalitis caused by the pathogen *Prototheca spp.* Current literature sources, case history, and data of laboratory examinations of the patient were analyzed.

The accumulation of information about this disease, its epidemiologic and clinical features, and identification possibilities will contribute to the verification of the diagnosis, reduction of lethal outcomes, including in patients with chronic diseases and immunodeficiency states.

Key words: protothecosis, algae *Prototheca spp.*, clinical case, meningoencephalitis.

Введение

Прототекоз — редкое инфекционное заболевание, вызываемое нефотосинтезирующими водорослями, принадлежащими к роду *Prototheca* [1]. Первоначально патоген был отнесен к грибам из-за их дрожжеподобной морфологии, но позже был классифицирован как водоросль на основании общих свойств с *Chlorella* [2]. *Prototheca spp.* — это бесхлорофилльные облигатные гетеротрофы, обит-

ающие в окружающей среде (реках, прудах, иле, сточных водах), некоторые из которых являются условно-патогенными для позвоночных [1, 2, 3].

Прототекоз проявляется в виде трех синдромов: инфекции кожи или мягких тканей, бурсита локтевого отростка или диссеминированной инфекции, в том числе с поражением оболочек и вещества мозга (менингоэнцефалиты) [2, 3].

Развитию диссеминированных форм способствует наличие у больных первичных (абсолют-

ная нейтропения, CARD9-синдром) или чаще вторичных иммунодефицитных состояний на фоне злокачественных новообразований, сахарного диабета, длительного лечения кортикостероидами; у больных, находящихся на гемодиализе либо перенесших трансплантацию костного мозга [4–9].

Вместе с тем, в литературе описаны случаи поражения мозга, вызванные *Prototeca spp.* у иммунокомпетентных лиц, при этом возраст пациентов колебался от периода новорожденности до 50–60 лет [10, 11].

Регистрируемые у пациентов первые признаки заболевания, как правило, неспецифичны: быстрая утомляемость, слабость, головные боли, в ряде случаев — повышение температуры. Затем присоединялась неврологическая симптоматика: нарушение координации движения, походки, боли в конечностях, пояснице.

В опубликованных в литературе клинических случаях заболевание изначально расценивалось как опухолевое поражение мозга, менингит неясной этиологии, хронический менингит, энцефалит, зоинофильный менингоэнцефалит, синдром Паркинсона предположительно опухолевой природы, нейросаркоидоз [11–17].

Причины инфицирования *Prototeca spp.*, как правило, остаются невыясненными и, возможно, связанными с наличием микротравм у лиц, занятых в сельском хозяйстве, купанием в закрытых пресноводных водоемах. Не исключается заражение при разрушении кожного барьера, вызванного ятрогенным воздействием, включая хирургические операции и процедуры, связанные с катетеризацией, а также возможность эндогенной колонизации кишечника у больных с выраженной иммуносупрессией с последующей транслокацией, приводящей к альгемии и сепсису [3, 18].

При проведении магнитно-резонансной томографии отмечают множественное поражение головного мозга в области мозжечка, желудочков мозга, гидроцефалию.

Основными методами диагностики являются гистологическое исследование биопсийного материала и микробиологическое исследование ликвора и пораженных тканей.

Ниже представляем клинический случай развития протекоза.

Клинический случай

Пациент П., 28 лет, болен с июля 2021 г. Начало заболевания характеризовалось недомоганием, слабостью, головной болью, повышением температуры до 38°C, в связи с чем проводилось лечение по поводу ОРВИ. Затем присоединились головокружение, тошнота, рвота. Была проведена магнитно-резонансная томография (МРТ) головного мозга с внутривенным контрастированием, заключение от 10.08.2021 г: единичные очаги в правой лобной и левой теменной долях сосудистого характера. Лечился амбулаторно у невролога без значимого эффекта, далее наблюдалось ухудшение состояния — появилась сонливость, снижение памяти, недержание мочи. Пациент госпитализирован в Пензенский областной клинический центр специализированных видов медицинской помощи (ПОКЦСВМП) с диагнозом: энцефалопатия неуточненного генеза с легкими когнитивными и вестибулярными нарушениями, гепатоспленомегалия. Госпитализация с 30.03.2022 по 19.04.2022.

Объективный статус при поступлении: Состояние средней степени тяжести. Температура тела: 36,3°C. Сознание ясное. На вопросы пытается отвечать, выполняет элементарные инструкции, быстро истощается. Нарушение походки. Ригидности затылочных мышц нет. Глазные щели D=S. Движения глазных яблок в полном объеме. Зрачки среднего размера, округлой формы, D=S, реакция на свет прямая и содружественная — сохранена. Лицо симметрично. Нистагма нет. Язык по средней линии. Тонус мышц диффузно повышен. Координаторные пробы в позе Ромберга, чувствительная сфера не исследовались из-за тяжести состояния.

Далее представлены результаты многочисленных лабораторных исследований, что обусловлено сложностью поиска этиологического фактора заболевания и тяжестью состояния больного.

В таблице 1 представлены результаты общеклинического исследования крови.

В результатах общего анализа крови (ОАК) можно отметить повышение уровня лейкоцитов 18.04.2022 г. без сдвига лейкоцитарной формулы влево и умеренную тромбоцитопению.

Биохимический анализ крови, выполненный в аналогичные дни, не выявил значимых откло-

Таблица 1

Результаты общеклинического исследования крови

Дата	Нв, г/л	Эритроциты 10 ¹² /л	Лейкоциты 10 ⁹ /л	П	С	ЭОЗ	ЛФ	Мон	СОЭ	Тромбоциты 10 ⁹ /л
30.03.2022	142	4,82	5,35	2	68	6	21	3	9	169
18.04.2022	150	4,97	14,30	4	81	1	8	6	4	137

нений: уровень глюкозы, билирубина, мочевины, креатинина, активность АЛТ, АСТ, ЛДГ, амилазы находились в пределах нормы, уровень общего белка и альбуминов — ниже значений диапазона референтных значений и составил 57,8 и 37,0 г/л соответственно.

Значения СРБ (4,69 мг/л), прокальцитонина (0,03 нг/мл), интерлейкина-6 (0,4 пг/мл), ферритина (195,6 нг/мл), а также данные ОАК свидетельствовали об отсутствии выраженной реакции организма на наличие бактериальной инфекции.

Пациент обследован на выявление антигенов и антител к возбудителям ряда инфекционных заболеваний со следующими результатами: реакция микропреципитации (РМП) с кардиолипидным антигеном — отрицательная, антитела к ВИЧ не выявлены, HbsAg — отрицательный, anti-HCV — отрицательный, антитела к *Borrelia burgdorferi* классов Ig M, G — отрицательный, anti-WNV (вирус Западного Нила) IgM — отрицательный, anti HSV 1,2 IgM — отрицательный, anti HSV 1,2 Ig G — положительный, anti EBV (вирус Эпштейна — Барр) VCA IgM отрицательный, anti-EBV VCA IgG положительный, anti EBV EA IgG отрицательный, anti EBV VCA Ig G индекс avidности 98%.

Серологические реакции на обнаружение антител класса G к антигенам гельминтов (аскарид, описторхисов, токсокар, трихинелл, эхинококка) — отрицательные.

Посев крови на стерильность от 31.03.2022 — результат отрицательный.

Исследование крови на антинейрональные антитела: антитела к HU, YO-1, CV2, PNMA2, RI, AMPH — не обнаружены. Отсутствие антител к панели антинейрональных антигенов значительно снижало, но не исключало диагноза паранеопластического энцефалита.

Результаты исследования спинномозговой жидкости (СМЖ) на начальных стадиях заболевания, представленные в таблице 2, могли свидетельствовать о наличии инфекционного процесса (цитоз, протеинария, гипогликоархия), при этом наличие лимфоцитоза свидетельствовало о менингите небактериальной природы. Увеличение относительного содержания нейтрофилов 18.04.2022 могло указывать на присоединение бактериальной инфекции либо на реакцию от проводимой пульс-терапии большими дозами глюкокортикоидных гормонов.

Результаты исследования СМЖ на сифилис в РМП с кардиолипидным антигеном, исследование САТ, IgG-антител, реакция пассивной геммагглютинации (РПАГА) к антигенам *Treponema pallidum*, а также результаты бактериологического посева СМЖ и исследование ликвора методом ПЦР на выявление ДНК бактерий *N. meningitidis*, *H. influenza*, *S. pneumoniae*, *Cryptococcus neoformans*, *M. tuberculosis complex* были отрицательными.

Дополнительно проводили исследование ликвора методом ПЦР на выявление ДНК EBV, CMV, HHV6, HSV 1, 2 типа, РНК *Enterovirus*, а также ДНК *Toxoplasma gondii*. Результаты всех тестов также были отрицательными.

30.03.2022 и 07.04.2022 проведено бактериологическое исследование СМЖ — роста микрофлоры нет.

08.04.2022 была проведена МРТ головного мозга с контрастированием. Заключение: картина внутренней тривентрикулярной окклюзионной гидроцефалии, вероятно, вследствие сужения водопровода мозга.

Пациент госпитализирован 20.04.2022 в нейрохирургическое отделение Пензенской областной клинической больницы им. Н.Н. Бурденко для оперативного лечения. 21.04.2022 г. пациенту выполнена эндоскопическая вентрикулостомия дна третьего желудочка, проведено общеклиническое (результаты: белок 1,11 г/л; цитоз 23×10^6 /л; лимфоциты — 7, нейтрофилы — 16) и бактериологическое исследование СМЖ (роста микрофлоры нет).

После операции отмечалась положительная динамика с последующей регрессией гипертензионного синдрома. 26.04.2022 вечером — ухудшение состояния, нарастание гипертензионного синдрома, угнетение сознания, переведен в ОРИТ.

27.04.2022 выполнено вентрикулоперитонеальное шунтирование (ВППШ) справа клапанным шунтом среднего давления Medtronic. Проведено общеклиническое исследование СМЖ (результаты: белок 1,11 г/л; цитоз 61×10^6 /л; лимфоциты 28%, нейтрофилы 72%).

Результаты микробиологического исследования ликвора от 21.04.2022: выявлены грибы рода *Candida*, слабая чувствительность к флуконазолу, устойчивость к кетоконазолу, клотримазолу (анализ получен после выполнения вентрикулоперитонеального шунтирования 27.04.2022).

Консультация клинического фармаколога — микробиологическое исследование ликвора: *Candida*, чувствительность к итраканазолу. Пациент получал флуконазол 200 мг 2 раза в сутки с 27.04.2022, цефтриаксон 1,0 2 раза в сутки. Рекомендовано: смена антибактериальной терапии на Цефперазон/сульбактам 1,0 + 1,0 в/в 2 раза в сутки. Продолжить терапию флуконазолом.

После операции отмечалась положительная динамика, с регрессией гипертензионного синдрома. Однако 05.05.2022 констатировали ухудшение состояния, нарастание гипертензионного синдрома, угнетение сознания. Проведена операция: ревизия вентрикуло-перитонеальной системы, экстернализация дистального отрезка шунта с целью наружного дренирования, коррекция положения вентрику-

Таблица 2

Результаты некоторых исследований СМЖ в динамике

Дата	Цвет		Реакция на кровь	Реакция на билирубин	Белок, г/л	Глюкоза, ммоль/л	Цитоз ($10^6/\text{л}$)	Лимфоциты, %	Нейтрофилы, %	Моноциты, %	Эритроциты в п/зр.
	до центрифугирования	после центрифугирования									
30.03.	бесцв, прозр.	бесцв, прозр.	+	отр.	1,04	0,81	45	89	2	9	10 – 12 неизм.
07.04.	солом., мутн.	бесцв, прозр.	+++	отр.	0,56	0,89	50	80	20	—	20 – 30 неизм. 8 – 10 изменен.
10.04	бесцв, прозр.	бесцв, прозр.	+	отр.	0,92	0,8	78	26	74	—	эритроциты неизм. 0 – 2

лярного отрезка шунта. Анализ ликвора 05.05.2022 из дистального отрезка ВПШ: белок 0,2 г/л; цитоз $14 \times 10^6/\text{л}$; лимфоциты 2, нейтрофилы 12. Анализ ликвора 05.05.2022 из желудочка мозга — белок 1,0 г/л; цитоз $39 \times 10^6/\text{л}$; лимфоциты — 12, нейтрофилы — 27; эритроциты $2 \times 10^9/\text{л}$; бактериологический посев СМЖ от 05.05.2022 — роста микрофлоры нет. 09.05.2022 выполнена трахеостомия.

11.05.2022 проведена телемедицинская консультация в Национальном медицинском исследовательском центре нейрохирургии им. академика Н.Н. Бурденко. Заключение: клиничко-рентгенологические и лабораторные данные указывают на наличие у пациента кандидозного менингита.

После операции отмечалась положительная динамика, гипертензионный синдром регрессировал. Однако 12.05.2022 вновь регистрировали ухудшение состояния, нарастание гипертензионного синдрома, угнетение сознания. Выполнена операция: ревизия наружного ВПШ, замена вентрикулярного катетера, эндоскопическая септостомия межжелудочковой перегородки.

Исследование ликвора 13.05.2022, данные общеклинического исследования — белок 1,13 г/л; цитоз $113 \times 10^6/\text{л}$; лимфоциты 4%, нейтрофилы 96%, эритроциты $2 \times 10^9/\text{л}$) микробиологическое исследование — в ликворе из дистального отрезка дренажа стал высеваться эпидермальный стафилококк, чувствительный к линезолиду, тигециклину. Проводилась антибактериальная терапия линезолидом.

18.05.2022 по данным патолого-анатомического исследования биопсийного (операционного) материала с применением окраски гематоксилин — эозином было обнаружено тесное скопление пролиферирующих астроцитов, олигодендроглиоци-

тов, формирующих пласт. Сосуды с минимальным утолщением стенки и пролиферацией, по периферии скопление эритроцитов, лимфоцитов, плазматических клеток, макрофагов в небольшом количестве. Данная морфологическая картина на светоптическом уровне не позволяет исключить диффузную, срединную глиому мозга.

Анализ ликвора 22.05.2022 из наружного дренажа: данные общеклинического исследования: белок 0,55 г/л; цитоз $7 \times 10^6/\text{л}$; лимфоциты — 1, нейтрофилы — 6, эритроциты $1 \times 10^9/\text{л}$, микробиологическое исследование — в ликворе обнаружены неидентифицируемые грибоподобные клетки (рис. 1, 2).

Проводилась санация ликвора и антибактериальная терапия.

24.05.2022 для дальнейшего лечения пациент санитарным транспортом в сопровождении реанимационной бригады переведен в Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. академика Н.Н. Бурденко, где находил-

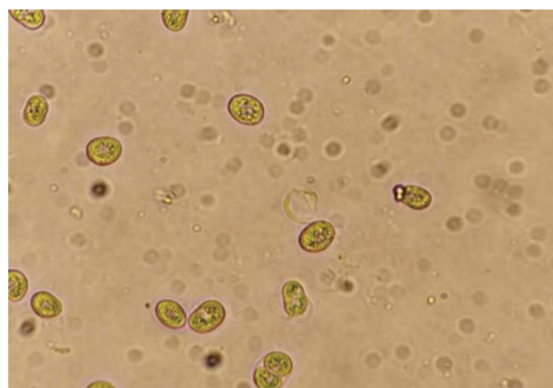


Рис. 1. Нативный препарат из осадка СМЖ. Ув. 40×10

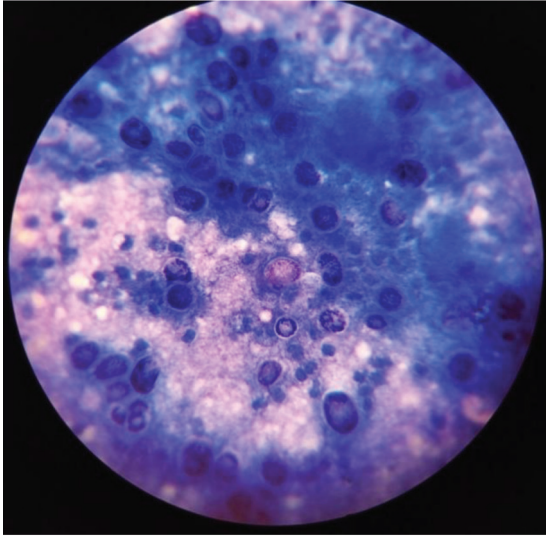


Рис. 2. Нативный препарат из осадка СМЖ. Окраска по Романовскому — Гимзе. Ув. 100×10, иммерсия

ся с 25.05.2022 по 22.07.2022. В этот период выполнено удаление шунтирующей системы, установлены наружные вентрикулярные дренажи в проекции тела правого бокового желудочка, переднего рога левого и правого боковых желудочков, а также в проекции височных рогов правого и левого боковых желудочков.

09.06.2022 на 7-е сутки по данным микробиологического исследования при длительном термировании получен рост условно-патогенных одноклеточных дрожжеподобных микроводорослей рода *Prototheca* (ликвор был взят на исследование 30.05.2022). Выставлен диагноз: менингоэнцефалит, вызванный возбудителем *Prototheca spp.* Начато лечение Амфотерином В.

10.06.2022 проведены эндоскопическая пластика и стентирование отверстия Монро справа, пластика и стентирование водопровода мозга, септостомия и I—II интервентрикулярное тентирование. С 22.06.2022 начато введение Амфотерицина В по 0,5 мг интравентрикулярно 1 раз в сутки. С 01.07.2022 отмечена выраженная отрицательная динамика состояния пациента, в связи с чем интравентрикулярное и внутривенное введение Амфотерицина В приостановлено в связи с вероятно токсическим эффектом препарата. Начата терапия Дифлюканом 8 капсул по 150 мг однократно.

С 12.07.2022 у пациента отмечено постепенное нарастание выраженности бульбарных нарушений. 14.07.2022 выполнена микрохирургическая декомпрессия краниовертебрального перехода пластикой твердой мозговой оболочки аутоапоневрозом. Несмотря на проведенное лечение, у пациента прогрессирует менингоэнцефалит, вызванный возбудителем *Prototheca spp.*

Учитывая тяжесть состояния, проведение ликворошунтирующих операций невозможно ввиду гарантированной вероятности возникновения шунт-инфекции. 22.07.2022 пациент переведен в Пензенскую областную клиническую больницу им. Н.Н. Бурденко для дальнейшего лечения, госпитализирован в отделение реанимации. Проводилась антибактериальная, противогрибковая, ноотропная, противовоспалительная, антикоагулянтная терапия, ИВЛ. 22.07.2022 выполнена КТ головного мозга. Заключение: Внутренняя окклюзионная гидроцефалия. Кистозные полости в лобных областях справа и слева. 28.07.2022 пациенту выполнена гемотрансфузия, пациент адаптирован к самостоятельному дыханию.

Далее у пациента отмечается нестабильность гемодинамики и угнетение сознания вплоть до комы. 30.08.2022 констатирована смерть.

Анализируя данный сложнодиагностируемый клинический случай, следует отметить крайне редкую частоту встречаемости данной патологии вследствие низкой патогенности данного микроорганизма, отсутствие признаков наличия иммунодефицитного состояния у больного и эпидемиологических рисков заражения (единственное, что отмечал больной, — купание в пруду).

Интересным представляется выявление в ликворе грибов рода *Candida*, колонии которой схожи с *Prototheca*. Следует отметить, что при микробиологическом исследовании данный микроорганизм выявляется при длительном термировании (в нашем случае на 7-е сутки). Однако прототекоз может сочетаться с оппортунистическими инфекциями, в первую очередь с грибами рода *Candida*.

Prototheca spp. растет на чашках с кровяным агаром и грибковых средах без циклогексимида. Колонии гладкие, кремовой консистенции, подобны колониям дрожжей [3], что может послужить дополнительной причиной диагностической ошибки с установлением грибкового заболевания. Критериями дифференциальной диагностики служат сравнение размеров спорангиев и индивидуальных эндоспор, а также то, что, в отличие от дрожжеподобных грибов, у прототеки споры не почкуются и не образуют псевдомицелий [7, 19]. На влажных предметных стеклах или гистопатологических препаратах спорангии *Prototheca* выглядят как сферические организмы размером 3—30 мкм, с выступающей стенкой и текой. Они содержат множество эндоспор, расположенных симметрично, в виде ромашек (цветки маргаритки), как у *P. wickerhamii*, или асимметричных структур, похожих на морулы, как у *P. Zopfii*. *Prototheca spp.* хорошо окрашивается по Гридли, модификацией метенамина — серебра Гомори по Грокотту или периодической кислотной окраской Шиффа [19].

Вследствие этого дифференциальная диагностика должна проводиться по микроскопической идентификации культуры и биохимическим (ассимиляция углеводов) параметрам. Кроме того, на сегодняшний день для выявления прототеки и ее видовой идентификации разработаны молекулярно-биологические методы и методы масс-спектрометрии [6, 20].

Трудность выявления возбудителей прототекоза в гистологических срезах связана с тем, что они не окрашиваются гематоксилином и эозином [21].

Prototheca spp. дифференцируют с *Blastomyces dermatitidis*, *Cryptococcus neoformans*, *Paracoccidioides brasiliensis*, *Coccidioides immitis*, *Pneumocystis jirovecii*, *Rhinosporidium seeberi* [3].

Следует также отметить необходимость проведения серологического исследования на наличие маннана, являющегося основным компонентом клеточной стенки грибов рода *Candida* [3, 22].

Заключение

Таким образом, прототекоз головного мозга — редкий случай инфекционного заболевания, который требует дифференциальной диагностики, в первую очередь, лабораторных исследований (микробиологических, серологических, гистологических, молекулярно-биологических).

К настоящему времени описаны единичные случаи развития этого заболевания у иммунокомпетентных лиц [23].

Вполне вероятно, что эта инфекция встречается чаще, чем мы предполагаем, учитывая трудности её диагностики. Накопление информации об этом заболевании, его эпидемиологических и клинических особенностях, возможностях идентификации будет способствовать верификации диагноза, снижению летальных исходов, особенно у пациентов с хроническими заболеваниями и иммунодефицитными состояниями.

Литература

1. Shave C.D., Millyard L., May R.C. Now for something completely different: Prototheca, pathogenic algae. PLoS Pathog. 2021; 17(4):e1009362.
2. Kano R. Emergence of fungal-like organisms: Prototheca. Mycopathologia. 2020; 185:747–54.
3. Lass-Flörl C., Mayr A. Human protothecosis. Clin. Microbiol. Rev. 2007; 20:230–42.
4. Sari S., Dalgic B., Muehlenbachs A., DeLeon-Carnes M., Goldsmith C.S., Ekinci O., Jain D., Keating M.K., Vilarinho S. Prototheca zopfii colitis in inherited CARD9 deficiency. J. Infect. Dis. 2018; 218(3):485–489.
5. Kaminski Z.C., Kapila R., Sharer L.R., Kloser P., Kaufman L. Meningitis due to Prototheca wickerhamii in a patient with AIDS. Clin. Infect. Dis. 1992; 15(4):704-6.
6. Chen F., Saab-Chalhoub M., Tao J., Harrington A.T., Albarillo F.S., Crone A.S., Clark N.M., Speiser J.J. Disseminated protothecosis due to Prototheca zopfii and literature review. Am. J. Dermatopathol. 2023; 45(4):237-241.
7. Abu Ali B.M., Alzayer H., Alwazeh M.J., Diab A. Prototheca zopfii as a cause of pneumonia and disseminated infection in febrile neutropenia: a case report and literature review. Am. J. Case Rep. 2021; 22:e933694.

Am. J. Case Rep. 2021; 22:e933694.

8. Mathew L.G., Pulimood S., Thomas M., Acharya M.A., Raj P.M., Mathews M.S. Disseminated protothecosis. Indian. J. Pediatr. 2010; 77(2):198-199.

9. Feng Y., Xiong X., Su Z., Su T., Zhang M., Yin Z., Sun W., Liu J., Zhang C., Lu Y. Disseminated Prototheca wickerhamii infection in a patient with CARD9 gene mutation. J. Dermatol. 2023; 50(10):e342-e343.

10. Joerger T., Sulieman S., Carson V.J., Fox M.D. Chronic meningitis due to Prototheca zopfii in an adolescent girl. J. Pediatric Infect. Dis. Soc. 2021; 10(3):370-372.

11. Zhang Q.Q., Zhu L.P., Weng X.H., Li L., Wang J.J. Meningitis due to Prototheca wickerhamii: rare case in China. Med. Mycol. 2007; 45(1):85-8.

12. Ahn A., Choe Y.J., Chang J., et al. Chronic eosinophilic meningoencephalitis by Prototheca Wickerhamii in an immunocompetent boy. Pediatr. Infect. Dis. J. 2017; 36(7):687-689.

13. Samarasekera J., Mukherjee S., Ismail A., Corns R. Cerebral protothecosis mimicking high-grade glioma. BMJ Case Rep. 2021; 14(1): e235362.

14. Takaki K., Okada K., Umeno M., Tanaka M., Takeda T., Ohsaki K., Takaki Y., Sawae Y. Chronic Prototheca meningitis. Scand. J. Infect. Dis. 1996; 28(3):321-3.

15. Zak I., Jagielski T., Kwiatkowski S., Bielecki J. Prototheca wickerhamii as a cause of neuroinfection in a child with congenital hydrocephalus. First case of human protothecosis in Poland. Diagn. Microbiol. Infect. Dis. 2012; 74(2):186-9.

16. Hench J., Roschanski N., Hewer E., Rösler U., Lass-Flörl C., Stippich C., Tolnay M., Rusche N., Sonderegger B., Sailer M., Lyrer P., Peters N., Frank S. Granulomatous encephalitis: protothecosis excluded? Histopathology. 2016; 69(6):1082-1084.

17. Аравийский Р.А., Клименко Н.Н., Богомолова Т.С. Первый в России случай прототекоза головного мозга НИИ медицинской микологии им. П.Н. Кашкина СПб МАПО, Санкт-Петербург, Россия. Проблемы медицинской микологии. 2003; 5(2):69.

18. Khan I.D., Sahni A.K., Sen S., Gupta R.M., Basu A. Outbreak of Prototheca wickerhamii bacteraemia and sepsis in a tertiary care chemotherapy oncology unit. Med J Armed Forces India. 2018; 74 (4): 358-364.

19. Kano R., Kazuo S., Yaguchi T., Masuda M., Makimura K., de Hoog G.S. Phenotypic characteristics of Prototheca species occurring in humans and animals. Med Mycol J. 2022; 63(1):17-20.

20. Jinatham V., Cantoni D.M., Brown I.R., Vichaslip T., Suwannahitatorn P., Popluechai S., Tsaoausis A.D., Gentekaki E. Prototheca bovis, a unicellular achlorophyllous trebouxiophyte green alga in the healthy human intestine. J. Med. Microbiol. 2021; 70(9).

21. Казанцева И.А., Молочков А.В., Сухов А.В., Бондаренко Е.В. Наблюдение прототекоза кожи. Архив патологии. 2017; 79(1):52-55.

22. Куракин Г.Ф., Самоукина А.М. Прототекоз: диагностическая и лечебная проблема (обзор литературы). Верхневолжский медицинский журнал. 2017; 16 (2):44-47

23. Trespalacios Sierra A., Arroyo-Salgado B., Rodriguez-Blanco J., Tibocha Gordon I., Martínez-Ávila MC. Systemic protothecosis in an immunocompetent patient. Trop Dis. Travel Med. Vaccines. 2022; 8(1):23.

References

1. Shave C.D., Millyard L., May R.C. Now for something completely different: Prototheca, pathogenic algae. PLoS Pathog. 2021; 17(4):e1009362.
2. Kano R. Emergence of fungal-like organisms: Prototheca. Mycopathologia. 2020; 185:747–54.

3. Lass-Flörl C., Mayr A. Human protothecosis. Clin. Microbiol. Rev. 2007; 20:230–42.
4. Sari S., Dalgic B., Muehlenbachs A., DeLeon-Carnes M., Goldsmith C.S., Ekinci O., Jain D., Keating M.K., Vilarinho S. Prototheca zopfii colitis in inherited CARD9 deficiency. J. Infect. Dis. 2018; 218(3):485–489.
5. Kaminski Z.C., Kapila R., Sharer L.R., Kloser P., Kaufman L. Meningitis due to Prototheca wickerhamii in a patient with AIDS. Clin. Infect. Dis. 1992;15(4):704-6.
6. Chen F., Saab-Chalhoub M., Tao J., Harrington A.T., Albarillo F.S., Crone A.S., Clark N.M., Speiser J.J. Disseminated protothecosis due to Prototheca zopfii and literature review. Am. J. Dermatopathol. 2023;45(4):237-241.
7. Abu Ali B.M., Alzayer H., Alwazze M.J., Diab A. Prototheca zopfii as a cause of pneumonia and disseminated infection in febrile neutropenia: a case report and literature review. Am. J. Case Rep. 2021; 22:e933694.
8. Mathew L.G., Pulimood S., Thomas M., Acharya M.A., Raj P.M., Mathews M.S. Disseminated protothecosis. Indian. J. Pediatr. 2010; 77(2):198-199.
9. Feng Y., Xiong X., Su Z., Su T., Zhang M., Yin Z., Sun W., Liu J., Zhang C., Lu Y. Disseminated Prototheca wickerhamii infection in a patient with CARD9 gene mutation. J. Dermatol. 2023; 50(10):e342-e343.
10. Joerger T., Sulieman S., Carson V.J., Fox M.D. Chronic meningitis due to Prototheca zopfii in an adolescent girl. J. Pediatric Infect. Dis Soc. 2021;10(3):370-372.
11. Zhang Q.Q., Zhu L.P., Weng X.H., Li L., Wang J.J. Meningitis due to Prototheca wickerhamii: rare case in China. Med. Mycol. 2007; 45(1):85-8.
12. Ahn A., Choe Y.J., Chang J., et al. Chronic eosinophilic meningoencephalitis by Prototheca Wickerhamii in an immunocompetent boy. Pediatr. Infect. Dis. J. 2017;36(7):687-689.
13. Samarasekera J., Mukherjee S., Ismail A., Corns R. Cerebral protothecosis mimicking high-grade glioma. BMJ Case Rep. 2021;14(1): e235362.
14. Takaki K., Okada K., Umeno M., Tanaka M., Takeda T., Ohsaki K., Takaki Y., Sawae Y. Chronic Prototheca meningitis. Scand. J. Infect. Dis. 1996;28(3):321-3.
15. Zak I., Jagielski T., Kwiatkowski S., Bielecki J. Prototheca wickerhamii as a cause of neuroinfection in a child with congenital hydrocephalus. First case of human protothecosis in Poland. Diagn Microbiol Infect Dis. 2012;74(2):186-9.
16. Hench J., Roschanski N., Hewer E., Rösler U., Lass-Flörl C., Stippich C., Tolnay M., Rusche N., Sonderegger B., Sailer M., Lyrer P., Peters N., Frank S. Granulomatous encephalitis: protothecosis excluded? Histopathology. 2016;69(6):1082-1084.
17. Aravijskij R.A., Klimenko N.N., Bogomolova T.S. Pervyj v Rossii sluchaj prototekoza golovnogogo mozga NII medicinskoj mikologii im. P.N. Kashkina SPb MAPO, Sankt- Peterburg, Rossiya. Problemy medicinskoj mikologii. 2003;5(2):69.
18. Khan I.D., Sahni A.K., Sen S., Gupta R.M., Basu A. Outbreak of Prototheca wickerhamii algaemia and sepsis in a tertiary care chemotherapy oncology unit. Med J Armed Forces India. 2018; 74 (4): 358-364.
19. Kano R., Kazuo S., Yaguchi T., Masuda M., Makimura K., de Hoog G.S. Phenotypic characteristics of Prototheca species occurring in humans and animals. Med Mycol J. 2022;63(1):17-20.
20. Jinatham V., Cantoni D.M., Brown I.R., Vichaslip T., Suwannahitatorn P., Popluechai S., Tsousis A.D., Gentekaki E. Prototheca bovis, a unicellular achlorophyllous trebouxiophyte green alga in the healthy human intestine. J. Med. Microbiol. 2021;70(9).
21. Kazantseva I.A., Molochkov A.V., Sukhov A.V., Bondarenko E.V. A case of cutaneous protothecosis. Russian Journal of Archive of Pathology. 2017; 79(1):52-55.
22. Kurakin G.F., Samoukina A.M. Protothecosis: diagnostic and therapeutic problem (literature review). Upper Volga Medical Journal. 2017;16 (2):44-47
23. Trespalacios Sierra A., Arroyo-Salgado B., Rodriguez-Blanco J., Tibocha Gordon I., Martínez-Ávila MC. Systemic protothecosis in an immunocompetent patient. Trop Dis. Travel Med. Vaccines. 2022;8(1):23.

Авторский коллектив:

Токарева Елена Владимировна — заведующая клинико-диагностической лабораторией Пензенской областной клинической больницы им. Н.Н. Бурденко; ассистент кафедры медицинской микробиологии и лабораторной медицины Пензенского института усовершенствования врачей — филиала Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования; тел.: +7-906-397-82-33, e-mail: tokareva.elena@mail.ru

Дружинина Татьяна Анатольевна — доцент кафедры медицинской микробиологии и лабораторной медицины Пензенского института усовершенствования врачей — филиала Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования, к.б.н.; тел.: +7-960-320-00-61, e-mail: druztama@yandex.ru

Левашова Ольга Анатольевна — доцент кафедры медицинской микробиологии и лабораторной медицины Пензенского института усовершенствования врачей — филиала Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования, к.б.н.; тел.: +7-900-466-93-44, e-mail: olga.lewashowa@yandex.ru

Рыбас Роман Владиславович — заведующий нейрохирургическим отделением, врач-нейрохирург Пензенской областной клинической больницы им. Н.Н. Бурденко; тел.: +7-909-315-89-02, e-mail: rybasr@mail.ru

Можарова Елена Викторовна — врач клинической лабораторной диагностики Пензенской областной клинической больницы им. Н.Н. Бурденко; тел.: +7-961-354-01-13, e-mail: mozharovaelena193@yandex.ru

Юрмашева Юлия Сергеевна — врач клинической лабораторной диагностики Пензенской областной клинической больницы им. Н.Н. Бурденко; тел.: +7-909-319-50-62, e-mail: yuljashaju@mail.ru

Сысоева Анна Сергеевна — ассистент кафедры медицинской микробиологии и лабораторной медицины Пензенского института усовершенствования врачей — филиала Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования; тел.: +7-962-470-77-89, e-mail: sysojchik@yandex.ru