

Применение метода MALDI-TOF масс-спектрометрии в определении возбудителя эндофтальмита. Клинический случай

А.В. Лизунов¹В.О. Пономарев¹В.Н. Казайкин¹С.М. Розанова², М.В. Кырф², Д.Г. Хасанова¹¹ АО «Екатеринбургский центр МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова»
ул. Академика Бардина, 4а, Екатеринбург, 620149, Российская Федерация² ГАУЗ СО «Клинико-диагностический центр»
ул. 8 Марта, 78в, Екатеринбург, 620144, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2022;19(3):681–686

Инфекционный эндофтальмит (ЭФ) — серьезная проблема современной офтальмологии, способная приводить к необратимым последствиям для зрительных функций пациента. Вовремя поставленный диагноз и своевременное начатое лечение — ключ к успешному разрешению патологического процесса и увеличению шансов на хороший функциональный результат. В настоящее время одним из актуальнейших методов быстрой и точной диагностики возбудителя является метод матрично-активированной лазерной десорбции/ионизации с времяпролетной масс-спектрометрией (Matrix Assisted Laser Desorption/Ionization. Time Of Flight Mass-Spectrometry, или MALDI-TOF MS) — десорбционный метод, направленный на определение массы исследуемых «неизвестных» молекул путем ионизации с последующим разделением и определением соотношения их массы к заряду (m/z) положительных и отрицательных ионов. Метод позволяет ионизировать биологические макромолекулы (пептиды, белки, ДНК, олигонуклеотиды, олиго- и липополисахариды и др.) в присутствии особого вещества — матрицы — под воздействием лазера. Полученные ионы разделяются во времяпролетном анализаторе за счет разной скорости перемещения, обратно пропорциональной массе иона. На основании информации о пути перемещения иона от источника ионизации до детектора, а также о времени этого перемещения вычисляется скорость движения иона и отношение массы к заряду (m/z) для каждого иона: чем тяжелее молекула, тем больше по длительности ее полет. Для идентификации бактерий определяется спектр белков напрямую из бактериальной клетки без предварительной длительной пробоподготовки. Для каждого вида микроорганизмов формируется характерный набор белков (биомаркеров), полученный на основе анализа не менее 50 масс-спектров этого вида (практически 100 % точность). Подобный механизм приводит к тому, что разные биологические микроорганизмы формируют паттерны, или спектры, что позволяет идентифицировать их по типу «отпечаток пальца», при этом время самого исследования обычно не превышает нескольких минут. В данной статье представлен клинический случай использования MALDI-TOF MS в диагностике эндофтальмита.

Ключевые слова: MALDI-TOF MS, эндофтальмит, бактериология**Для цитирования:** Лизунов А.В., Пономарев В.О., Казайкин В.Н., Розанова С.М., Кырф М.В., Хасанова Д.Г. Применение метода MALDI-TOF масс-спектрометрии в определении возбудителя эндофтальмита. Клинический случай. *Офтальмология*. 2022;19(3):681–686. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2022-3-681-686>**Прозрачность финансовой деятельности:** Никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах**Конфликт интересов отсутствует**

Application of the MALDI-TOF Mass Spectrometry Method in the Determination of the Causative Agent of Endophthalmitis. Clinical Case

A.V. Lizunov¹, V.O. Ponomarev¹, V.N. Kazaykin¹, S.M. Rozanova², M.V. Kirf², D.G. Hasanova¹

¹ Eye Microsurgery Ekaterinburg Center

A. Bardina str., 4A, Ekaterinburg, 620149, Russian Federation

² Clinical and Diagnostic Center

8 Marta str., 78V, Ekaterinburg, 620144, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2022;19(3):681–686

Infectious endophthalmitis (EF) is a serious problem in modern ophthalmology, which can lead to irreversible consequences for the patient's visual functions. Timely diagnosis and timely treatment are the "key" to the successful resolution of the process. Matrix-assisted laser desorption/ionization method using matrix laser desorption/ionization. Time-of-flight mass spectrometry, or MALDI-TOF MS, aimed at determining the mass of the investigated "unknown" molecules by ionization, followed by separation and determination of the ratio of their mass to charge (m/z) with positive and negative signs. The method allows ionizing biological macromolecules (peptides, proteins, DNA, oligonucleotides, oligo- and lipopolysaccharides, etc.) as part of a special substance — a matrix — under the influence of a laser. The resulting ions are separated during the time-of-flight analyzer due to different velocity of movement, inversely proportional to the mass of the ion. Based on the source of the ionization source before the detector, the speed of movement and the ratio of mass to charge (m/z) for each ion are calculated: the heavier the molecule, the longer its flight duration. To identify bacteria, the spectrum of proteins is determined directly from the bacterial cell without preliminary long-term sample preparation. For each type of microorganism, a characteristic set of proteins (biomarkers) is formed, obtained on the basis of analysis of at least 50 mass spectra of this type (almost 100 % accuracy). This mechanism leads to the fact that different biological microorganisms form patterns, or spectra, which makes it possible to identify them by the type of "fingerprint", while the research time itself is usually not several minutes. This article presents a clinical case of the use of MALDI-TOF MS in the diagnosis of endophthalmitis.

Keywords: MALDI-TOF MS, endophthalmitis, bacteriology

For citation: Lizunov A.V., Ponomarev V.O., Kazaykin V.N., Rozanova S.M., Kirf M.V., Hasanov D.G. Application of the MALDI-TOF Mass Spectrometry Method in the Determination of the Causative Agent of Endophthalmitis. Clinical Case. *Ophthalmology in Russia*. 2022; 19(3):681–686. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2022-3-681-686>

Financial Disclosure: No author has a financial or property interest in any material or method mentioned

There is no conflict of interests

ВВЕДЕНИЕ

Инфекционный эндофтальмит (ЭФ) — серьезная проблема современной офтальмологии, способная приводить к необратимым последствиям для зрительных функций пациента [1]. Вовремя поставленный диагноз и своевременно начатое лечение — ключ к успешному разрешению патологического процесса и увеличению шансов на хороший функциональный результат [2]. Правильно выбранная тактика во многом базируется на этиотропном подходе при определении возбудителя. Выявление этиологии инфекционного процесса в микробиологии, как правило, осуществляется традиционными бактериологическими методами, которые включают идентификацию возбудителя и определение его чувствительности к антибактериальным препаратам. В силу ряда обстоятельств (количество и качество собранного материала для бактериологического посева, условия транспортировки, особенности культивирования микроорганизма и многое другое) около 50 % результатов посевов оказываются отрицательными. Более того, стандартные методики идентификации возбудителя занимают, как правило, более 2 суток, в лучшем случае 24 часа. Вышеописанные методы верификации микрофлоры сформировали лечебный подход, заключающийся

в превентивно начатом лечении — использовании АБ, перекрывающих весь спектр возможных возбудителей ЭФ [3–5]. В настоящее время, в эру развития современных технологий, такой подход требует совершенствования, так как точность и время — основополагающие характеристики успеха в лечении этого грозного инфекционного заболевания.

MALDI Biotyper — программно-аппаратный комплекс, предназначенный для быстрой идентификации микроорганизмов с использованием MALDI-ToF масс-спектрометров серии FLEX производства Bruker. Метод выявляет уникальный набор белков исследуемых микроорганизмов — своеобразный «отпечаток пальца». Идентификация микроорганизма происходит в основном по рибосомальным белкам, которые встречаются во всех микроорганизмах. Как следует из названия, масс-спектрометр — прибор, позволяющий измерять массу вещества. Проще говоря, масс-спектрометр — очень точные и чувствительные весы, способные «взвешивать» различные молекулы, в частности пептиды, белки, нуклеиновые и жирные кислоты [6–8]. Платформы для MALDI идентифицируют микроорганизмы, сопоставляя профили их белков с профилями, содержащимися в зарегистрированной базе данных (содержит 2800+ видов микроорганизмов) [9–11]. Результат может быть

А.В. Лизунов, В.О. Пономарев, В.Н. Казайкин, С.М. Розанова, М.В. Кырф, Д.Г. Хасанова

получен в тот же день (за четыре часа вместо 10–20 часов), и это позволяет быстрее начать лечение. По сравнению с традиционными биохимическими методами это дает выигрыш в скорости, цене и точности.

В 2002 году за разработку метода идентификации и анализа биологических макромолекул японский инженер К. Такака получил Нобелевскую премию в области химии, и можно сказать, что с этого момента началась эпоха MALDI в клинической микробиологии.

В офтальмологии MALDI-TOF MS также применяется в качестве метода диагностики, в частности при верификации возбудителя, находящегося в витреальной полости при ЭФ, в том числе на экспериментальных моделях [12–14]. Быстрая идентификация микроорганизмов при бактериальных эндофтальмитах имеет решающее значение при лечении пациентов.

ПАЦИЕНТ И МЕТОД

В качестве примера применения масс-спектрометрии в клинической практике демонстрируется клинический случай пациента Екатеринбургского центра МНТК «Микрохирургия глаза» с диагнозом «эндофтальмит», этиология которого была верифицирована с помощью метода MALDI. Субстратом послужил аспират стекловидного тела.

Диагностика проведена на базе государственного автономного учреждения здравоохранения Свердловской области «Клинико-диагностический центр» на технической базе автоматического анализатора MALDITOF-MS (Bruker Biotyper Microflex, США) (рис. 1).

ПОДГОТОВКА ПРОБ ДЛЯ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ

Экстракция белков с использованием трифторуксусной кислоты

1. Готовят и маркируют микропробирки, соответствующие числу исследуемых проб.
2. В каждую пробирку вносят 300 мкл жидкого образца.
3. В микропробирку добавляют 50 мкл 80 %-ной ТФУ и перемешивают пипетированием.
5. Инкубируют при комнатной температуре в течение 30 мин.
6. Добавляют 150 мкл ультрачистой H_2O .
7. Добавляют 200 мкл ацетонитрила и перемешивают пипетированием.
8. Центрифугируют микропробирки в течение 2 мин при 13 000 об./мин.
9. В лунку MSP-чипа вносят 1 мкл полученного супернатанта. Для каждой исследуемой единицы используют 5 лунок для получения достоверного результата.
10. Сразу после высыхания нанесенной на чип капли супернатанта сверху наносят 1 мкл матрицы.

Прямое нанесение образцов на мишень

Данный метод применяют для микроорганизмов III–IV группы патогенности. Одну изолированную колонию

возбудителя захватывают одноразовой микробиологической петлей (стерильной зубочисткой) и равномерно наносят на лунку MSP-чипа, не выходя за края. Для каждой исследуемой единицы (колония, штамм) используют 5 лунок для получения достоверного результата.

Сразу после высыхания нанесенной на чип биомассы сверху наносят 1 мкл матрицы (рис. 2.1).

Идентификацию проводили на MALDI-ToF масс-спектрометре серии FLEX производства Bruker (рис. 2.2).

На первом этапе идентификации программные продукты, прилагаемые к масс-спектрометрам, производят сбор исходных спектров исследуемых образцов. Для получения одиночного масс-спектра используют 40 импульсов лазера (частота 60 Гц), анализируемый диапазон масса/заряд составляет 2000–20 000 Да. С каждой лунки чипа снимается исходный спектр, представляющий собой сумму шести одиночных спектров (240 импульсов лазера). Для получения достоверных результатов идентификации с каждого образца необходимо получить не менее пяти исходных спектров.

УЧЕТ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ

С помощью программ проводится автоматическая идентификация на основании сравнения собранных исходных спектров с референсными спектрами базы данных. По окончании процесса идентификации программа отображает результат идентификации, приводя наиболее ревалентную исходному спектру таксономическую

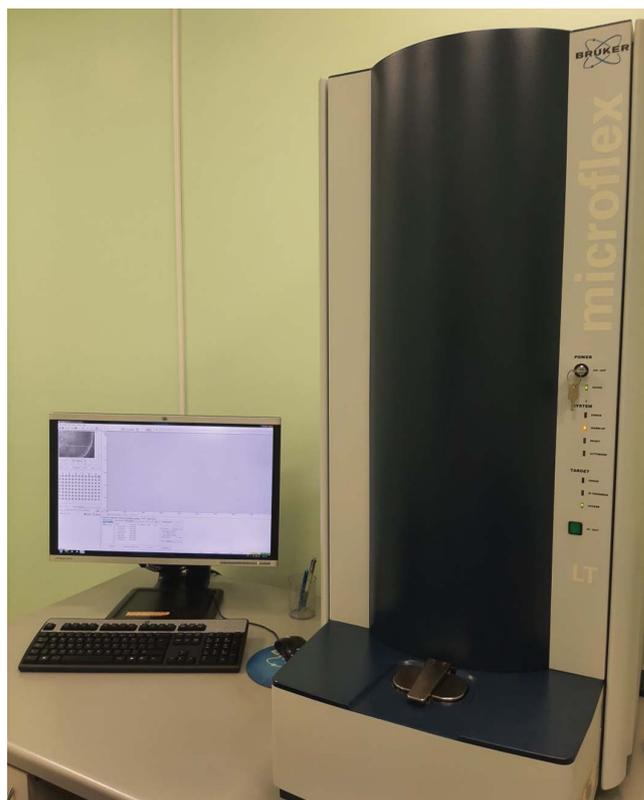


Рис. 1. Внешний вид анализатора MALDITOF-MS

Fig. 1. External view of the MALDITOF-MS analyzer

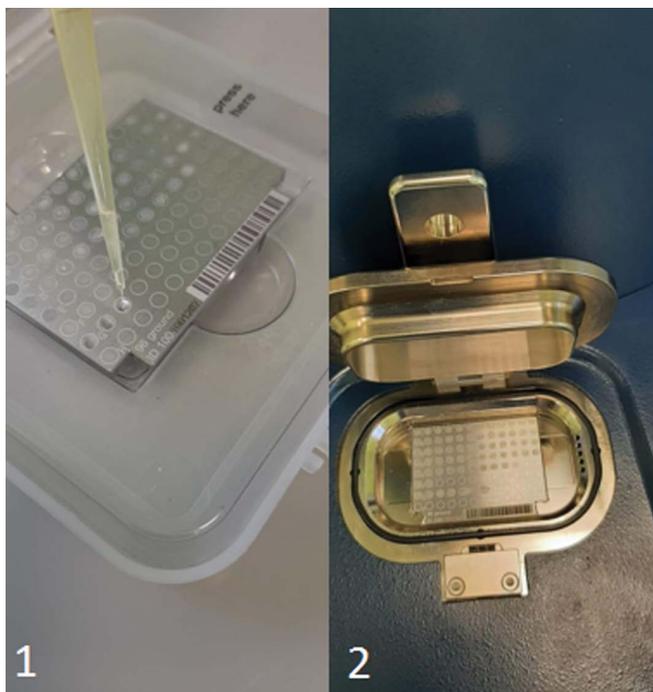


Рис. 2. 1 — нанесение биологического материала на матрицу из α -циано-4-гидроксикоричной кислоты на металлическую палетку; 2 — внешний вид тест-камеры аппаратного анализатора MALDI-TOF-MS

Fig. 2. 1 — application of biological material onto a matrix of α -cyano-4-hydroxycinnamic acid on a metal palette; 2 — external view of the test chamber of the hardware analyzer MALDI-TOF MS

единицу базы данных с указанием значения коэффициента соответствия. Чем выше коэффициент соответствия, тем вероятнее классификация вида. Для лучшего восприятия результаты идентификации помечены одним из трех цветов: зеленый, желтый или красный. Значение коэффициента соответствия большее или равное 2,0 рассматривается как достоверная идентификация (зеленый цвет).

После завершения процесса идентификации результат выводится в таблицу классификации, показывающую наилучший результат идентификации полученных спектров. Достоверность полученных результатов характеризуется значением «Score» и соответствующим цветовым, символьным и буквенным обозначением (табл.).

РЕЗУЛЬТАТЫ

В мае 2021 года в клинику поступила пациентка с жалобами на затуманенное зрение правого глаза, за две

Таблица. Градация достоверности полученного результата

Table. Gradation of the reliability of the obtained result

Диапазон / Score	Описание / Description	Символы / Symbols	Цвет / Color
2,300–3,000	Высокий уровень видовой идентификации / High level of species identification	+++	Зеленый / Green
2,000–2,299	Надежная родовая идентификация, возможная видовая идентификация / Reliable generic identification, possible species identification	++	Зеленый / Green
1,700–1,999	Возможная родовая идентификация / Possible generic identification	+	Желтый / Yellow
0,000–1,699	Ненадежная идентификация / Insecure identification	-	Красный / Red

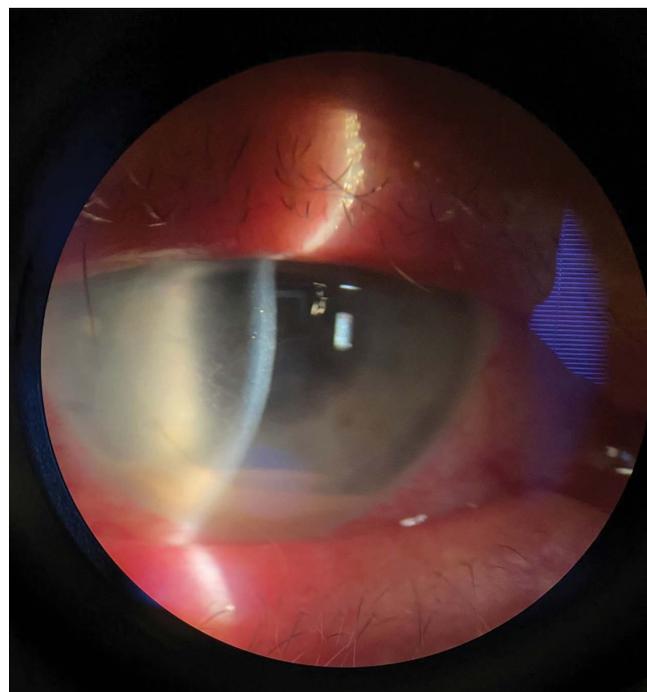


Рис. 3. Состояние переднего отрезка до начала лечения

Fig. 3. State of the anterior segment before the start of treatment

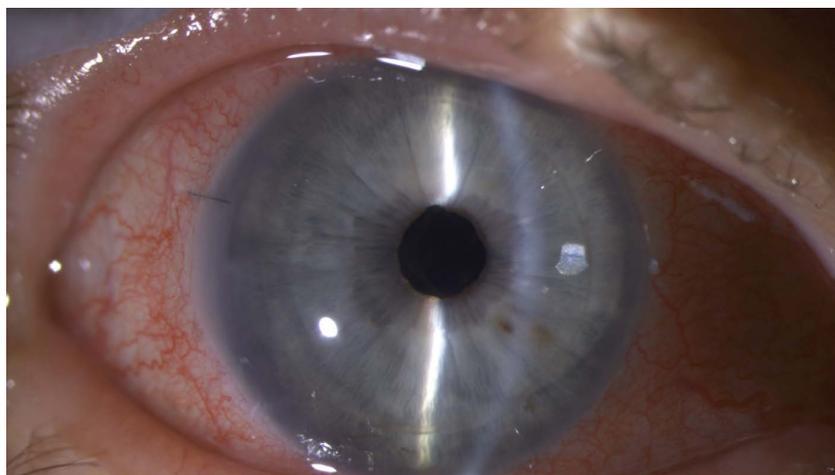
недели до этого оперированного по поводу катаракты (ФЭК). Объективно МКОЗ правого глаза составила 0,1 (по выписке после ФЭК = 0,45). При осмотре были выявлены воспалительные явления переднего отрезка глаза: перикорнеальная инъеция, феномен Тиндаля II степени с единичными нитями фибрина в области зрачка, ИОЛ центрирована, глазное дно не просматривалось. По В-сканированию витреальная полость интактна. На себя внимание обратил «провисший» шов, находящийся на основном разрезе, с фокальными инфильтратами. Шовный материал был удален, поставлен диагноз: Острый иридоциклит и назначено соответствующее лечение. На следующий день МКОЗ уже составила «движение руки у лица», появилась болезненность в глазу. Объективно: роговица отечная, феномен Тиндаля II–III степени, грубая экссудативная мембрана в области зрачка, гипопион 2 мм, по результатам В-сканирования имеется гиперэхогенная неоднородная взвесь в полости стекловидного тела (рис. 3). Поставлен диагноз: Эндофтальмит правого глаза. В качестве неотложной тактики произведена интравитреальная инъеция антибиотиков, перекрывающих весь спектр

возможных возбудителей инфекции. На следующие сутки из-за отсутствия положительной динамики выполнена субтотальная витрэктомия и промывание передней камеры с предварительной аспирацией содержимого витреальной полости для верификации возбудителя. Материал отправлен в бактериологическую лабораторию.

В результате проведенной спектрометрии, занявшей по времени 6 минут, выявлена *Rhizobium radiobacter* (также известная как *Agrobacterium tumefaciens*), которая является условно-патогенным грамотрицательным микроорганизмом (облигатно аэробные палочковидные бактерии рода *Rhizobium*). Примечательно, что у человека данный возбудитель регистрировался у ВИЧ-инфицированных пациентов. С учетом данных масс-спектрометрии была назначена этиотропная терапия в виде однократной интравитреальной инъекции антибиотика, активного в отношении данного возбудителя, в виде эпибульбарных инстилляций моксифлоксацина 5 раз в день, а также в виде внутривенных капельных вливаний в дозе 400 мг. На момент выписки МКОЗ — 0,25, передний отрезок спокоен, оптические среды без особенностей (рис. 4). Через 1 месяц после лечения МКОЗ правого глаза составила 0,45.

ОБСУЖДЕНИЕ И ВЫВОДЫ

MALDI-TOF MS по праву занимает значимое место в современной микробиологии, сравнительно малая стоимость метода, скорость определения, точность, а также возможности машинного обучения и наличие постоянно



OD Patient Name: Youvonna A.P.
Birthdate: 08.01.1947; ID: 1937734
Image date: 28.06.2021; 13:42; Eye side: OD
Image ID: ad5aaa9f326575de47d4172ec0b99dca

Рис. 4. Внешний вид глаза после лечения

Fig. 4. Appearance of the eye after treatment

обновляющейся базы МО определяют перспективы развития данного метода на годы вперед. В офтальмологии применение масс-спектрометрии более чем оправданно. Данный клинический случай показывает, насколько быстрая идентификация микроорганизма обеспечивает благоприятный результат для пациента с инфекционным эндофтальмитом. В настоящее время можно утверждать, что при таком виде патологии MALDI-TOF MS может входить в стандарт лабораторной диагностики.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Лизунов А.В. — написание текста, техническое и научное редактирование оформления библиографии;

Пономарев В.О. — научное редактирование, написание текста;

Казайкин В.Н. — научное редактирование;

Розанова С.М. — научное редактирование, написание текста;

Кырф М.В. — научное редактирование, написание текста;

Хасанова Д.Г. — написание текста, техническое редактирование;

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Sheu S.-J. Endophthalmitis. *Korean J Ophthalmol.* 2017;31(4):283–289. DOI: 10.3341/kjo.2017.0036. PMID: 28752698
- Vaziri K., Kishor K., Schwartz S.G., Maharaj A.S., Moshfeghi D.M., Moshfeghi A.A., Flynn H.W. Incidence of bleb-associated endophthalmitis in the United States. *Clin Ophthalmol Auckl NZ.* 2015;9:317–322.
- Barry P., Cordoves L., Gardner S. ESCRS Guidelines for Prevention and Treatment of Endophthalmitis Following Cataract Surgery. Co Dublin: Temple House, Temple Road, Blackrock, 2013.
- Durand M.L. Bacterial and Fungal Endophthalmitis. *Clin Microbiol Rev.* 2017;30(3):597–613. DOI: 10.1128/CMR.00113-16
- Sharma S., Jalali S., Adiraju M.V., Gopinathan U., Das T. Sensitivity and predictability of vitreous cytology, biopsy, and membrane filter culture in endophthalmitis. *Retina Phila Pa.* 1996;16(6):525–529.
- Karas M., Bachmann D., Bahr D. and Hillenkamp F. Matrix-assisted ultraviolet-laser desorption of nonvolatile compounds. *Int. J. Mass Spectrom. Ion Proc.* 1987;78:53–68.
- Sandle T. Microbial Identification: Laboratory Techniques and Methods. In Chesca, A. (Ed.) *Methods for Diseases: Diagnostic with Applicability in Practice*, Lambert Academic Publishing, Germany. 2014:15–26
- Schubert S. Novel, improved sample preparation for rapid, direct identification from positive blood cultures using matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight (MALDI-TOF) mass spectrometry. *J. Mol. Diagn.* 2011;13:701–706.
- Ford B.A., Burnham C.A. Optimization of routine identification of clinically relevant Gram-negative bacteria by use of matrix-assisted laser desorption ionization-time of flight mass spectrometry and the Bruker Biotyper. *J. Clin. Microbiol.* 2013;51:1412–1420. DOI: 10.1128/JCM.01803-12
- Schmitt B.H., Cunningham S.A., Dailey A.L., Gustafson D.R., Patel R. Identification of anaerobic bacteria by Bruker Biotyper matrix-assisted laser desorption ionization-time of flight mass spectrometry with on-plate formic acid preparation. *J. Clin. Microbiol.* 2013;51:782–786. DOI: 10.1128/JCM.02420-12
- Schulthess B., Ledermann R., Mouttet F., Zbinden A., Bloemberg G.V., Böttger E.C., Hombach M. Use of the Bruker MALDI Biotyper for identification of molds in the clinical mycology laboratory. *J. Clin. Microbiol.* 2014;52:2797–2803. DOI: 10.1128/JCM.00049-14
- UK Standards for Microbiology Investigations: Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionisation -Time of Flight Mass Spectrometry (MALDI-TOF MS) Test Procedure, Standards Unit, Microbiology Services, *Public Health England*, UK, 2015.
- Zhenyu Song, Xiuping Liu, Minyu Zhu, Yiwei Tan, Kaili Wu Using MALDI-TOF-MS to test *Staphylococcus aureus*-infected vitreous. *Molecular Vision.* 2017;23:407–441.
- Chun L. Rapid pathogen identification and antimicrobial susceptibility testing in *in vitro* endophthalmitis with matrix assisted laser desorption-ionization Time-of-Flight Mass Spectrometry and VITEK 2 without prior culture. *PLoS ONE.* 2019;14(12):e0227071. DOI: 10.1371/journal.pone.0227071

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

АО «Екатеринбургский центр МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова»
 Лизунов Александр Владиленович
 врач-офтальмолог
 ул. Академика Бардина, 4а, Екатеринбург, 620149, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0001-7019-3002>

АО «Екатеринбургский центр МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова»
 Пономарев Вячеслав Олегович
 кандидат медицинских наук, врач-офтальмохирург, заведующий диагностическим отделением
 ул. Академика Бардина, 4а, Екатеринбург, 620149, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-2353-9610>

АО «Екатеринбургский центр МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова»
 Казайкин Виктор Николаевич
 доктор медицинских наук, заведующий витреоретинальным отделением
 ул. Академика Бардина, 4а, Екатеринбург, 620149, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0001-9569-5906>

ГАУЗ СО «Клинико-диагностический центр»
 Розанова Софья Марковна
 кандидат биологических наук, доцент, заведующая лабораторией
 ул. 8 Марта, 78в, Екатеринбург, 620144, Российская Федерация

ГАУЗ СО «Клинико-диагностический центр»
 Кырф Марина Валерьевна
 врач-бактериолог
 ул. 8 Марта, 78в, Екатеринбург, 620144, Российская Федерация

АО «Екатеринбургский центр МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова»
 Хасанова Диана Гильзатуловна
 врач-офтальмолог
 ул. Академика Бардина, 4а, Екатеринбург, 620149, Российская Федерация

ABOUT THE AUTHORS

Eye Microsurgery Ekaterinburg Center
 Lizunov Alexandr V.
 ophthalmologist
 A. Bardina str., 4A, Ekaterinburg, 620149, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-7019-3002>

Ekaterinburg Eye Microsurgery Center
 Ponomarev Vjacheslav O.
 PhD, surgeon, head of Diagnostic department
 A. Bardina str., 4A, Ekaterinburg, 620149, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-2353-9610>

Ekaterinburg Eye Microsurgery Center
 Kazajkin Viktor N.
 MD, head of Vitreoretinal department
 A. Bardina str., 4A, Ekaterinburg, 620149, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-9569-5906>

Clinical and Diagnostic Center
 Rozanova Sofia M.
 PhD in Biology, Associate Professor, head of the Laboratory
 8 Marta str., 78V, Ekaterinburg, 620144, Russian Federation

Clinical and Diagnostic Center
 Kirf Marina V.
 bacteriologist
 8 Marta str., 78V, Yekaterinburg, 620144, Russian Federation

Eye Microsurgery Ekaterinburg Center
 Hasanova Diana G.
 ophthalmologist
 A. Bardina str., 4A, Ekaterinburg, 620149, Russian Federation



ЕКАТЕРИНБУРГСКИЙ ЦЕНТР
МНТК «МИКРОХИРУРГИЯ ГЛАЗА»

СОЗВЕЗДИЕ ПРОФЕССИОНАЛОВ



WETLAB

3–14 октября, 7–18 ноября 2022

**КУРСЫ «СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ХИРУРГИИ КАТАРАКТЫ. ФАКОЭМУЛЬСИФИКАЦИЯ», 72 ч
в учебно-симуляционном центре Екатеринбургского центра МНТК «Микрохирургия глаза»**

Обучение проводится в рамках совместной деятельности АО «Екатеринбургский центр МНТК «Микрохирургия глаза» и ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» МЗ РФ по реализации дополнительных профессиональных образовательных программ.

После прохождения полного курса обучения и успешной итоговой аттестации курсантам выдается документ о повышении квалификации установленного образца с внесением сведений об образовании в Федеральную информационную систему «Федеральный реестр сведений о документах об образовании и/или о квалификации, документах об обучении».

Обучение в Wetlab – это уникальная возможность в кратчайшие сроки освоить современную технологию хирургии катаракты, приобрести профессиональные навыки без тревоги за пациента. Теорию и практику в учебном центре преподают лучшие специалисты ЕЦ МНТК «Микрохирургия глаза» и УГМУ.



[ОТПРАВИТЬ ЗАЯВКУ](#)

Отправить заявку можно через сайт Центра www.eyeclinic.ru
Раздел Специалистам – Учебно-симуляционный центр – WETLAB»
Екатеринбургский центр МНТК «Микрохирургия глаза»
620149, Россия, г. Екатеринбург, ул. Академика Бардина, 4а.
e-mail: 2310167@mail.ru

Лицензия на образовательную деятельность 90ЛО1 0009411 (рег. № 2348) от 19.08.2016
ФГБУ ВО «УГМУ» МЗ РФ.