

Современные возможности физиотерапевтического лечения дисфункции мейбомиевых желез

И.Б. Медведев¹В.Н. Трубилин²Е.Г. Полунина²Н.Н. Дергачева¹Д.В. Анджелова³, Ю.В. Евстигнеева⁴¹ ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России
ул. Островитянова 1, Москва, 117997, Российская Федерация² Академия постдипломного образования ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства»
Волоколамское шоссе, 91, Москва, 125371, Российская Федерация³ ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней»
ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация⁴ Офтальмологическая клиника доктора Куренкова
Рублевское шоссе, 48/1, Москва, 121609, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2022;19(2):235–241

В настоящем обзоре представлены основные физиотерапевтические методы лечения, а также особенности их применения. Основой лечения дисфункции мейбомиевых желез (ДМЖ) является гигиена век. Существует множество модификаций гигиены век, однако базовым принципом ее применения является использование теплых компрессов и массажа век. Имеется также большое количество модификаций теплых компрессов. При их применении необходимо помнить про возможность возникновения деформации роговицы при различных видах теплового воздействия на веки при лечении дисфункции мейбомиевых желез, поэтому важно строго дозировать время теплового воздействия и температурный режим, что позволит избежать негативных побочных эффектов. На смену классическому инструменту, который использует врач для лечения ДМЖ, — массажу век на стеклянной палочке в настоящее время пришло множество высокотехнологичных приборов для обогрева, увлажнения и массажа век. Все представленные на мировом рынке коммерческие приборы для лечения ДМЖ можно разделить на несколько групп в соответствии с их механизмом действия: устройства для обогрева век, для обогрева и увлажнения век, согревающие и массажные устройства, устройства для массажа век, для очистки век, для светотерапии. К наиболее высокотехнологичным приборам можно отнести устройство LipiFlow® (сочетанное тепловое воздействие и массаж век) и устройства для IPL-терапии интенсивным импульсным светом. Множество исследований, направленных на изучение эффективности различных методов лечения, свидетельствуют о том, что именно комплексная терапия приводит к наивысшей ее результативности. Совершенно неслучайно в современной офтальмологической практике расширился спектр новых методов лечения ДМЖ. Это связано с ежегодным увеличением числа пациентов, страдающих данной патологией, поэтому актуальной задачей является поиск новых методов лечения, направленных на восстановление функциональной активности мейбомиевых желез.

Ключевые слова: дисфункция мейбомиевых желез, синдром сухого глаза, офтальмология, LipiFlow®, IPL-терапия, теплые компрессы, массаж век, гигиена век

Для цитирования: Медведев И.Б., Трубилин В.Н., Полунина Е.Г., Дергачева Н.Н., Анджелова Д.В., Евстигнеева Ю.В. Современные возможности физиотерапевтического лечения дисфункции мейбомиевых желез. *Офтальмология*. 2022;19(2):235–241. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2022-2-235-241>

Прозрачность финансовой деятельности: Никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах

Конфликт интересов отсутствует



Modern Possibilities of Physiotherapeutic Treatment in Meibomian Gland Dysfunction

I.B. Medvedev¹, V.N. Trubilin², E.G. Polunina², N.N. Dergacheva¹, D.V. Andzhelova³, Yu.V. Evstigneeva⁴

¹ Pirogov Russian National Research Medical University
Ostrovityanov str., 1, Moscow, 117997, Russian Federation

² Academy of postgraduate education of FMBA of Russia
Volokolamskoye highway, 91, Moscow, 125371, Russian Federation

³ Research Institute of Eye Diseases
Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russian Federation

⁴ Ophthalmology Clinic of Dr. Kurenkov
Rublevskoe highway, 48, Moscow, 121609, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2022;19(2):235–241

Currently, the main applied physiotherapeutic methods of treatment, as well as the features of their application are considered. The basis of the meibomian glands dysfunction treatment is the hygiene of the eyelids. There are many modifications to the application of eyelid hygiene, but its basic principle is the use of warm compresses and eyelid massage. There are many modifications of warm compresses. Using them, it is necessary to remember about the possibility of the appearance of the cornea with various types of thermal effects on the eyelids when dysfunction of the meibomian glands is detected, therefore it is important to carefully dose the time of thermal exposure and temperature regime, which allows you to avoid side effects. The classic tool that a doctor uses to treat MGD — eyelid massage on a glass rod, has now been replaced by many high-tech devices for heating, moisturizing and massage of the eyelid. All commercial devices for the treatment of MGD on the world market can be divided into several groups, according to their effect: device for light therapy. The most high-tech devices include the LipiFlow® device (combined heat and eyelid massage) and the device for IPL therapy with intense pulsed light. Many studies aimed at studying the effectiveness of various research methods. It should be noted that it is not by chance that in modern ophthalmological practice the range of new methods for studying MGD has expanded so much. This is due to the annual number of patients suffering from this pathology. Therefore, the urgent task is to search for new methods of treatment aimed at restoring the functional activity of the meibomian glands.

Keywords: Meibomian gland dysfunction, dry eye syndrome, ophthalmology, LipiFlow®, IPL therapy, warm compresses eyelid massage, eyelid hygiene

For citation: Medvedev I.B., Trubilin V.N., Polunina E.G., Dergacheva N.N., Andzhelova D.V., Evstigneeva Yu.V. Modern Possibilities of Physiotherapeutic Treatment in Meibomian Gland Dysfunction. *Ophthalmology in Russia*. 2022;19(2):235–241. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2022-2-235-241>

Financial Disclosure: No author has a financial or property interest in any material or method mentioned
There is no conflict of interests

Дисфункция мейбомиевых желез (ДМЖ) представляет собой многофакторное хроническое заболевание век, которое приводит к нарушению процесса слезообразования и снижению стабильности слезной пленки. Последнее является основной причиной развития синдрома сухого глаза, что может привести к возникновению воспалительного процесса на глазной поверхности. Многочисленные исследования, проведенные в области изучения ДМЖ, свидетельствуют о том, что лечение данной патологии должно иметь комплексный характер и применяться длительными курсами.

Основой лечения дисфункции мейбомиевых желез является гигиена век [1]. Данный вид лечения относится к физиотерапии. По определению, современная физиотерапия — область клинической медицины, изучающая действие на организм природных и искусственных физических факторов, применяемых для лечения больных и оздоровления населения [2].

Гигиена век — метод лечения дисфункции мейбомиевых желез, который начали применять еще в 50-е годы XX века, когда был впервые использован шампунь на основе сульфида селена для лечения себорейного

блефарита [3]. Широкое применение в офтальмологической практике гигиена век получила в последнее десятилетие и вошла в «золотой стандарт» лечения дисфункции мейбомиевых желез и синдрома сухого глаза [4]. Существует множество модификаций гигиены век, однако базовым принципом ее применения является использование теплых компрессов и массажа век. Теплые компрессы способствуют разогреванию век и расположенных в их толще мейбомиевых желез, что способствует размягчению липидного секрета и облегчению его эвакуации. Обструкция протоков мейбомиевых желез, которая может возникнуть по разным причинам: воспаление, изменение гормонального фона, применение лекарственных препаратов и так далее, является основным фактором, приводящим к ДМЖ. Следовательно, восстановление проходимости мейбомиевых желез влияет на стабилизацию их функциональной активности.

Тепловое воздействие на зону проекции мейбомиевых желез имеет множество модификаций, начиная с самых простых — теплых компрессов (ватные диски или полотенце, смоченные в горячей воде) и заканчивая высокотехнологичными современными приборами,

действие которых будет представлено в данном обзоре. Важным аспектом, с точки зрения безопасности применения данного метода лечения, является выбор допустимого температурного режима. Авторы научного исследования, направленного на изучение оптимальной температуры для размягчения секрета мейбомиевых желез, сообщают, что температура 40° и 41,5 °С приводит в 90 % к желаемому эффекту. При этом необходимо изучать безопасность данной процедуры для глаза и уровень комфорта для пациента [5]. Другие авторы сообщают, что для достижения максимального эффекта необходимо, чтобы температура компресса доходила до 45 °С, и для поддержания данной температуры нужно повторно нагревать компресс в ходе процедуры, причем длительность его использования должна быть не менее 4-х минут, что позволяет нагреть внутреннюю поверхность века до 40 °С [6].

Учитывая тот факт, что нагреть веки изолированно, не затрагивая глазное яблоко, невозможно, необходимо учитывать анатомические особенности строения глазного яблока, его близкую связь через систему кровообращения с головным мозгом, а также богатую систему иннервации. Кроме того, глазное яблоко контактирует с окружающей средой и имеет свой допустимый температурный режим, который необходимо принимать во внимание при проведении лечебных процедур. В связи с этим большой интерес представляют исследования, направленные на изучение влияния теплых компрессов на состояние роговицы. Установлено, что средняя максимальная температура наружной поверхности верхнего века $42,2 \pm 1,3$ °С была достигнута через 6 минут после начала применения теплого компресса, разогретого до 45 градусов. При этом средняя максимальная температура роговицы составила $39,4 \pm 0,7$ °С через 8 минут после начала нагревания. Эти данные свидетельствуют о том, что подобный температурный режим, обусловленный применением теплого компресса, влияет не только на веко, но и на роговицу [7].

Авторы другого исследования изучали влияние теплового воздействия, связанного с теплыми компрессами, трением и массажем век, на деформацию роговицы. Исследование показало, что повышение температуры роговицы, возникшее в ответ на теплые компрессы или массаж век, приводит по данным кератотопографии к ее деформации. Авторы рекомендуют более детально проводить обследование пациентов, у которых применяют массаж век, для исключения риска развития деформации роговицы, особенно при его сочетании с теплыми компрессами [8].

Интерес представляет исследование, в котором изучали влияние теплового воздействия в виде компресса из вкрутую сваренного яйца на форму роговицы. Данный вид компресса ранее являлся одним из широко применяемых методов лечения при ДМЖ и возникшем на его фоне халязионе. Вкрутую сваренное яйцо обматывали влажным полотенцем и прикладывали к веку

на 5 минут. При изучении топографии роговицы до и после компресса авторы отметили изменение индекса поверхностной асимметрии и индекса регулярности поверхности роговицы и пришли к выводу, что, поскольку трудно стандартизировать силу нажатия, рекомендуется помещать сваренное вкрутую яйцо близко к веку, но не касаться его в ходе применения компресса [9].

Таким образом, учитывая возможность возникновения деформации роговицы при различных видах теплового воздействия на веки при лечении дисфункции мейбомиевых желез, необходимо строго дозировать время теплового воздействия и температурный режим, что позволит избежать негативных побочных эффектов.

Другие исследования были направлены на сравнительный анализ между эффективностью различных видов теплового воздействия на веки. При сравнении эффективности влажного (влажное горячее полотенце) и сухого (химически активированный нагрев специализированными средствами воздействия на веки — EyeGiene, MGD Rx EyeBag и MediBeads) воздействия установлено, что единственным средством, при применении которого повышалась температура наружного и внутреннего края век до 40 градусов, был компресс с влажным горячим полотенцем. Применение химически активированных компрессов привело к наименьшему повышению температуры на внутренней поверхности века [10].

При оценке состояния век с использованием инфракрасной термографии век после воздействия тремя видами теплового воздействия на веки: горячими компрессами, Blephasteam® (Thea Pharma GmbH, Франция) и посещением сауны, определено, что исходная температура век была значительно повышена после применения Blephasteam® по сравнению с горячими компрессами у пациентов с ДМЖ и у здоровых пациентов ($p < 0,001$). Посещение сауны показало такой же согревающий эффект на веки, как и Blephasteam® у здоровых людей и пациентов с ДМЖ ($p > 0,05$). Кроме того, согревающий эффект век после посещения сауны сохранялся значительно дольше, чем после применения Blephasteam® у пациентов с ДМЖ ($p = 0,016$) и у здоровых пациентов ($p = 0,01$). Авторы исследования пришли к выводу, что посещение сауны может быть альтернативным вариантом согревания век [11].

Авторы исследования, направленного на изучение влияния теплых компрессов и устройства, увлажняющего воздух, на состояние слезной пленки и симптомы утомления глаз, отметили улучшение показателей при применении увлажнителя воздуха уже в первые часы после применения данного устройства, в то время как эффект от влажных компрессов возникал через 2 недели после начала их применения. Авторы рекомендуют применять эти два метода лечения, дополняющие друг друга [12].

Эффективность применения теплых компрессов в лечении дисфункции мейбомиевых желез у пациентов

с различными этиологическими факторами, вызвавшими данную патологию, включая состояние после рефракционной хирургии и у пользователей видеомониторов, неоднократно доказана различными научными исследованиями [13, 14]. Однако, как правило, данную методику дополняют механическим воздействием на мейбомиевые железы — массажем век. В рамках гигиены век это может быть самомассаж век с гелем, который пациент проводит после теплого компресса. Авторы различных исследований отмечают, что сочетание теплого компресса и самомассажа век с гелем является безопасным, неинвазивным и эффективным методом лечения дисфункции мейбомиевых желез [15–19].

На смену классическому инструменту, который использует врач для лечения ДМЖ, — массажу век на стеклянной палочке пришло множество высокотехнологичных приборов для обогрева, увлажнения и массажа век. Все представленные на мировом рынке коммерческие приборы для лечения ДМЖ можно разделить на несколько групп в соответствии с их механизмом воздействия: устройства для обогрева век, для обогрева и увлажнения век, согревающие и массажные устройства, устройства для массажа век, для очистки век, для светотерапии [20].

В качестве согревающих масок используют различные устройства. MGDRx EyeBag® (The Eyebag Company, Галифакс, Великобритания) представляет собой многоразовую маску из шелка и хлопка, которую можно нагревать в микроволновой печи в течение 40 секунд. Билху и соавт. отметили, что 5-минутное применение MGDRx EyeBag® два раза в день в течение 2 недель было эффективным и безопасным методом лечения ДМЖ. Более того, положительный эффект мог сохраняться в течение 6 месяцев, если пациенты время от времени продолжали терапию [17]. EyeBag® Instant (The Eyebag Company, Галифакс, Великобритания) представляет собой одноразовый теплый компресс, который активируется воздухом и начинает нагреваться через 2–3 мин. после извлечения маски из упаковки, его применяют в течение 10 минут. EyeXpress™ Eye Hydration System (Holbar Medical Products, США) является системой очков, которая обеспечивает постоянное, но регулируемое нагревание передней поверхности обоих век. Ее можно применять в течение 15 мин. при необходимом количестве сеансов. Система TearCare® (Sight Sciences, США) — электротермический регулятор, который нагревает оба века до 41–45 °C. Система стимулирует экспрессию секрета желез путем нормального моргания во время процедуры и последующего массажа — в набор входят одноразовые щипцы EXPRESS™ для массажа век [21–23].

Отдельное место в терапии ДМЖ занимают устройства — маски для теплых компрессов с увлажняющим эффектом. К таким маскам относят BRUDER (Bruder Healthcare, США), Eye-ssential® Mask (Thera Pearl, США) и Blephasteam® (Théa Laboratories, Франция) [24].

В российской офтальмологической практике наиболее широкое применение получила маска Blephasteam®, о которой речь уже шла выше. Проведенные исследования, направленные на оценку эффективности применения разогревающих устройств с эффектом увлажнения, свидетельствуют о том, они могут служить хорошим дополнением к проводимой стандартной терапии в виде гигиены век или быть альтернативным методом лечения [25–27].

Отдельную нишу в лечении ДМЖ занимают устройства с сочетанным тепловым воздействием и массажем век. Широкое применение получила система LipiFlow® (Johnson & Johnson Vision, США), с помощью которой осуществляется одновременно воздействие теплом (42,5 °C) и пульсирующим механическим давлением на внутреннюю поверхность верхнего и нижнего века в течение 12 мин. Система LipiFlow® состоит из обогревателя для век и устройства, между пластинами которого фиксируют веко и оказывают давление через наддувную воздушную камеру. По данным литературы, подобные процедуры приводят к улучшению индекса поражения глазной поверхности (OSDI), улучшению показателей стандартной оценки сухости глаз с помощью опросника (SPEED), показателя времени разрыва слезной пленки и показателей компрессионной пробы [28, 29].

Большая часть исследований, направленных на сравнительную оценку традиционной гигиены век и применения LipiFlow®, выявили меньшую выраженность симптомов в группе LipiFlow® [30–33].

Исследования, направленные на изучение комплексного воздействия LipiFlow® (температура + массаж) и MiBoFlo (температура) + мануальный массаж век, показали, что показатели, характеризующие состояние глазной поверхности и слезопroduцирующей системы — OSDI, компрессионной пробы — улучшились в обеих группах в течение 2-х месяцев после проведения процедур [34]. Следовательно, применение различных стратегий лечения может хорошо дополнять друг друга, что особенно важно, так как такие дорогостоящие аппаратные методы лечения, как, например, LipiFlow®, не всегда доступны пациентам и являются достаточно инвазивными. Последнее связано с тем, что во время данной процедуры внутренняя пластина аппарата LipiFlow® контактирует с роговицей и глазной поверхностью, что может привести к их механическому повреждению, и, следовательно, этот аспект требует более детального изучения.

Другое новое направление в лечении ДМЖ, пришедшее в офтальмологическую практику из дерматокосметологии, связано с применением интенсивного импульсного света (IPL-терапия). IPL-терапия представляет собой использование высокоинтенсивных, некогерентных и нелазерных источников света в диапазоне от 500 до 1200 нм. Во время лечения пациенту надевают защитные очки, закрывающие оба глаза. Область обработки кожи требует применения геля для ультразвукового

контроля. Импульсы света воздействуют на кожу щек, как правило, возле нижних век. В ходе одного сеанса используют 4–5 вспышек импульсного света [35, 36].

В настоящее время наибольшее распространение получили два коммерческих устройства IPL: система E>Eye (E-SWIN, Франция) и система M22 (Lumenis, Израиль). Существуют различия в графике применения данных устройств. Так, система E>Eye обычно используется в виде трех или четырех сеансов, проводимых в 1, 15, 45 и 75 дни, в то время как применение системы M22 ограничивается двумя сеансами с промежутком в 3–4 недели [37–39].

Описано несколько механизмов действия IPL на функциональную активность ДМЖ. Во-первых, при IPL-воздействии нагреваются веки, в толще которых расположены мейбомиевы железы, через тонкую кожу, лишенную в этой зоне подкожно-жировой клетчатки. Во-вторых, световые лучи IPL поглощаются хромофорами гемоглобина, тем самым способствуя устранению новообразованных сосудов в толще века, а также предотвращая высвобождение компонентов воспалительных реакций. Как недавно было установлено, с помощью IPL-терапии в слезной жидкости снижается концентрация интерлейкина-17А, интерлейкина-6 и простагландина ϵ_2 . В-третьих, IPL может облегчать боль воспалительного или нейрогенного генеза. В-четвертых, лечение IPL может привести к анти-септическому действию на веки и, как следствие, к ослаблению воспаления [40–44].

Важно отметить, что, по данным литературы, ключевую роль в отношении эффективности лечения ДМЖ при применении IPL-терапии отводят сосудистому фактору, однако в настоящее время отсутствуют сообщения, связанные с изучением влияния данного вида лечения на микроциркуляцию. Подобные исследования, возможно, откроют новые патогенетически обоснованные направления в лечении ДМЖ, связанные с улучшением трофики век и расположенных в их толще мейбомиевых желез.

Ряд исследований был направлен на сравнительную оценку лечения ДМЖ с помощью IPL-терапии, массажа век или использования данных процедур в комплексе.

Авторы разных исследований пришли к выводу, что наибольшего эффекта можно достигнуть при использовании двух вышеуказанных методов лечения одновременно, при этом через 6 месяцев необходимо проводить повторные курсы [45–47].

Исследование, проведенное в Австралии, предназначенное для анализа данных рандомизированных контролируемых исследований, изучавших эффективность или безопасность IPL для лечения ДМЖ, свидетельствует о наличии побочных эффектов при проведении данной терапии в виде умеренной боли и жжения, а также возможности частичной потери ресниц (из-за ошибки врача), что необходимо учитывать при выборе режима, который следует дозировать в зависимости от индивидуальных особенностей пациента [48, 49].

Таким образом, в настоящее время существует широкий спектр возможностей для проведения физиотерапевтического лечения при дисфункции мейбомиевых желез начиная с самых простых и доступных — гигиена век с применением теплых компрессов и самомассажа век и заканчивая дорогостоящими высокотехнологичными методами, такими как система LipiFlow® или IPL-терапия. Множество исследований, направленных на изучение эффективности различных методов лечения, свидетельствует о том, что именно комплексная терапия приводит к наивысшей ее результативности. Однако не всегда даже комплекс применяемых в современной офтальмологической практике методов лечения ДМЖ, позволяет полностью восстановить их функциональную активность и улучшить качество жизни пациентов. Поэтому актуальной задачей остается поиск новых методов патогенетически обоснованного лечения, направленного не только на восстановление проходимость протоков мейбомиевых желез, но и улучшение гемодинамических показателей век, в толще которых они расположены.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Медведев И.Б. — научное редактирование;
Трубилин В.Н. — научное редактирование;
Полунина Е.Г. — написание текста, научное редактирование;
Дергачева Н.Н. — сбор литературы;
Анджелова Д.В. — сбор литературы;
Евстигнеева Ю.В. — сбор литературы.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Трубилин В.Н., Полунина Е.Г., Куренков В.В., Капкова С.Г., Маркова Е.Ю. Лечебная гигиена век в алгоритмах профилактики и лечения заболеваний глазной поверхности. *Офтальмология*. 2016;13(2):122–127. [Trubilin V.N., Polunina E.G., Kurenkov V.V., Kapkova S.G., Markova E.Y. Therapeutic eyelids hygiene in the algorithms of prevention and treatment of ocular surface diseases. *Ophthalmology in Russia = Oftalmologiya*. 2016;13(2):122–127 (In Russ.)]. DOI: 10.18008/1816-5095-2016-2-122-127
2. Пономаренко, Г.Н. Физиотерапия: Национальное руководство. М.: GEOTAR-Media, 2009. — 854 с. [Ponomarenko, G. N. Physiotherapy: National Guide. — M.: GEOTAR-Media, 2009. — 854 p.] (In Russ.)
3. Thode A.R., Latkany R.A. Current and Emerging Therapeutic Strategies for the Treatment of Meibomian Gland Dysfunction (MGD). *Drugs*. 2015 Jul;75(11):1177–1185. DOI: 10.1007/s40265-015-0432-8
4. Ngo W, Gann D, Nichols JJ. Impact of the 2011 International Workshop on Meibomian Gland Dysfunction on clinical trial attributes for meibomian gland dysfunction. *Ocul Surf*. 2020 Jan;18(1):27–30. DOI: 10.1016/j.jtos.2019.10.003. Epub 2019 Oct 4.
5. Borchman D. The optimum temperature for the heat therapy for meibomian gland dysfunction. *Ocul Surf*. 2019 Apr;17(2):360–364. DOI: 10.1016/j.jtos.2019.02.005
6. Blackie C.A., Solomon J.D., Greiner J.V., Holmes M., Korb D.R. Inner eyelid surface temperature as a function of warm compress methodology. *Optom Vis Sci*. 2008 Aug;85(8):675–683. DOI: 10.1097/OPX.0b013e318181ade1
7. Blackie CA, McMonnies CW, Korb DR. Warm compresses and the risks of elevated corneal temperature with massage. *Cornea*. 2013 Jul;32(7):e146–e149. DOI: 10.1097/ICO.0b013e318292a7b7. PMID: 23665651
8. McMonnies CW, Korb DR, Blackie CA. The role of heat in rubbing and massage-related corneal deformation. *Cont Lens Anterior Eye*. 2012 Aug;35(4):148–154. DOI: 10.1016/j.clae.2012.01.001. Epub 2012 Feb 10.
9. Lam AK, Lam CH. Effect of warm compress therapy from hard-boiled eggs on corneal shape. *Cornea*. 2007 Feb;26(2):163–167. DOI: 10.1097/01.icc.0000248380.86401.4d
10. Murakami DK, Blackie CA, Korb DR. All Warm Compresses Are Not Equally Efficacious. *Optom Vis Sci*. 2015 Sep;92(9):e327–e333. DOI: 10.1097/OPX.0000000000000675

11. Kremers I, Hohberger B, Bergua A. Infrared thermography: different options of thermal eyelid warming. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2020 Jul;258(7):1515–1522. DOI: 10.1007/s00417-020-04673-0. Epub 2020 Apr 11.
12. Matsumoto Y, Dogru M, Goto E, Ishida R, Kojima T, Onguchi T, Yagi Y, Shimazaki J, Tsubota K. Efficacy of a new warm moist air device on tear functions of patients with simple meibomian gland dysfunction. *Cornea*. 2006 Jul;25(6):644–650. DOI: 10.1097/01.icc.0000208822.70732.25
13. Zhou X, Shen Y, Shang J, Zhou X. Effects of warm compress on tear film, blink pattern and Meibomian gland function in dry eyes after corneal refractive surgery. *BMC Ophthalmol*. 2021 Sep 10;21(1):330. doi: 10.1186/s12886-021-02091-2.
14. Sun CC, Lee CY, Hwang YS, Michihito I, Tagami K, Hsiao CH. Effect of warming eyelids on tear film stability and quality of life in visual display terminal users: a randomized controlled trial. *Sci Rep*. 2020 Oct 9;10(1):16919. DOI: 10.1038/s41598-020-73779-6
15. Lee H, Kim M, Park SY, Kim EK, Seo KY, Kim TI. Mechanical meibomian gland squeezing combined with eyelid scrubs and warm compresses for the treatment of meibomian gland dysfunction. *Clin Exp Optom*. 2017 Nov;100(6):598–602. DOI: 10.1111/cxo.12532. Epub 2017 Mar 12. PMID: 28295626
16. Дроздова Е.А., Михайлова Е.В. Индивидуальный подход к лечению осложненных форм блефарита: от теории к практике. *Офтальмология* 2020;17(4):830–837. [Drozdova E.A., Mikhailova E.V. Individual Approach to the Treatment of Complicated Forms of Blepharitis: from Theory to Practice. *Ophthalmology in Russia = Oftal'mologiya*. 2020;17(4):830–837 (In Russ.)] DOI: 10.18008/1816-5095-2020-4-830-837
17. Маучук Д.Ю., Лощкарева А.О., Цветкова Т.В. Алгоритм комплексного лечения синдрома сухого глаза с дисфункцией мейбомиевой железы. Сочетание интенсивного импульсного света (IPL) с гигиеной век и искусственными слезами. *Офтальмология*. 2020;17(3с):640–647. [Maychuk D.Yu., Loshkareva A.O., Tsvetkova T.V. The Complex Treatment Algorithm for Dry Eye Syndrome with Meibomian Gland Dysfunction. Combination of Intense Pulsed Light (IPL) with Eyelid Hygiene and Artificial Tears. *Ophthalmology in Russia = Oftal'mologiya*. 2020;17(3с):640–647 (In Russ.)]. DOI: 10.18008/1816-5095-2020-3S-640-647
18. Трубилин В.Н., Полунина Е.Г., Куренков В.В., Капкова С.Г., Маркова Е.Ю. Лечебная гигиена век в алгоритмах профилактики и лечения заболеваний глазной поверхности. *Офтальмология*. 2016;13(2):122–127. [Trubilin V.N., Polunina E.G., Kurenkov V.V., Kapkova S.G., Markova E.Yu. Therapeutic eyelid hygiene in the algorithms of prevention and treatment of ocular surface diseases. *Ophthalmology in Russia = Oftal'mologiya*. 2016;13(2):122–127 (In Russ.)]. DOI: 10.18008/1816-5095-2016-2-122-127
19. Han D, Kim H, Kim S, Park Y, Cho KJ. Comparative study on the effect of hyperthermic massage and mechanical squeezing in the patients with mild and severe meibomian gland dysfunction: An interventional case series. *PLoS One*. 2021 Mar 8;16(3):e0247365. DOI: 10.1371/journal.pone.0247365. eCollection 2021.
20. Valencia-Nieto L, Novo-Diez A, Blanco-Vázquez M, López-Miguel A. Therapeutic Instruments Targeting Meibomian Gland Dysfunction. *Ophthalmol Ther*. 2020 Dec;9(4):797–807. DOI: 10.1007/s40123-020-00304-3
21. Bilkhu P.S., Naroo Sh.A., Wolffsohn J.S. Effect of a commercially available warm compress on eyelid temperature and tear film in healthy eyes. *Optom Vis Sci*. 2014 Feb;91(2):163–170. DOI: 10.1097/OPX.0000000000000134
22. Badawi D. A novel system, TearCare®, for the treatment of the signs and symptoms of dry eye disease. *Clin Ophthalmol*. 2018;12:683–694. DOI: 10.2147/OPTH.S160403
23. Badawi D. TearCare® system extension study: Evaluation of the safety, effectiveness, and durability through 12 months of a second TearCare® treatment on subjects with dry eye disease. *Clin Ophthalmol*. 2019;13:189–198. DOI: 10.2147/OPTH.S191588
24. Lacroix Z, Léger S, Bitton E. Ex vivo heat retention of different eyelid warming masks. *Contact Lens Anter Eye*. 2015;38(3):152–156.
25. Bitton E, Lacroix Z, Léger S. In-vivo heat retention comparison of eyelid warming masks. *Contact Lens Anter Eye*. 2016;39(4):311–315.
26. Benitez Del Castillo J.M., Kaercher T., Mansour K., Wylegala E., Dua H. Evaluation of the efficacy, safety, and acceptability of an eyelid warming device for the treatment of meibomian gland dysfunction. *Clin Ophthalmol*. 2014 Oct 6;8:2019–2027. DOI: 10.2147/OPTH.S68201. eCollection 2014.
27. Purslow C. Evaluation of the ocular tolerance of a novel eyelid-warming device used for meibomian gland dysfunction. *Contact Lens Anter Eye*. 2013;36(5):226–231.
28. Murakami DK, Blackie CA, Korb DR. All warm compresses are not equally efficacious. *Optom Vis Sci*. 2015;92(9):327–333.
29. Hu J, Zhu S, Liu X. Efficacy and safety of a vectored thermal pulsation system (Lipiflow®) in the treatment of meibomian gland dysfunction: a systematic review and meta-analysis. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2022 Jan;260(1):25–39. DOI: 10.1007/s00417-021-05363-1
30. Sabeti S, Kheirkhah A, Yin J, Dana R. Management of meibomian gland dysfunction: a review. *Surv Ophthalmol*. 2020 Mar-Apr;65(2):205–217. DOI: 10.1016/j.survophthal.2019.08.007
31. Friedland BR, Fleming CP, Blackie CA, Korb DR. A novel thermodynamic treatment for meibomian gland dysfunction. *Curr Eye Res*. 2011;36(2):79–87. DOI: 10.3109/02713683.2010.509529
32. Finis D, Hayajneh J, König C, Borrelli M, Schrader S, Geerling G. Evaluation of an automated thermodynamic treatment (Lipiflow®) system for meibomian gland dysfunction: a prospective, randomized, observer-masked trial. *Ocul Surf*. 2014;12(2):146–154. DOI: 10.1016/j.jtos.2013.12.001
33. Zhao Y, Xie J, Li J. Evaluation of monococular treatment for meibomian gland dysfunction with an automated thermodynamic system in elderly chinese patients: a contralateral eye study. *J Ophthalmol*. 2016;27:1–8. DOI: 10.1155/2016/9640643
34. Zhao Y, Veerappan A, Yeo S. Clinical trial of thermal pulsation (Lipiflow®) in meibomian gland dysfunction with pretreatment meibography. *Eye Contact Lens*. 2016;42(6):339–346. DOI: 10.1097/ICL.0000000000000228
35. Li S, Yang K, Wang J, Li S, Zhu L, Feng J, Tian L, Jie Y. Effect of a Novel Thermostatic Device on Meibomian Gland Dysfunction: A Randomized Controlled Trial in Chinese Patients. *Ophthalmol Ther*. 2022 Feb;11(1):261–270. DOI: 10.1007/s40123-021-00431-5
36. Shin KY, Lim DH, Moon CH, Kim BJ, Chung TY. Intense pulsed light plus meibomian gland expression versus intense pulsed light alone for meibomian gland dysfunction: A randomized crossover study. *PLoS One*. 2021 Mar 4;16(3):e0246245. DOI: 10.1371/journal.pone.0246245. eCollection 2021.
37. Han JY, Lee Y, Nam S, Moon SY, Lee H, Kim JY, Tchah H. Effect of intense pulsed light using acne filter on eyelid margin telangiectasia in moderate-to-severe meibomian gland dysfunction. *Lasers Med Sci*. 2022 Jan 13. DOI: 10.1007/s10103-021-03482-z. Online ahead of print. PMID: 35022869
38. Wladis EJ, Aakalu VK, Foster JA, Freitag SK, Sobel RK, Tao JP, Yen MT. Intense Pulsed Light for Meibomian Gland Disease: A Report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology*. 2020 Sep;127(9):1227–1233. DOI: 10.1016/j.opht.2020.03.009. Epub 2020 Apr 21.
39. Leng X, Shi M, Liu X, Cui J, Sun H, Lu X. Intense pulsed light for meibomian gland dysfunction: a systematic review and meta-analysis. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2021 Jan;259(1):1–10. DOI: 10.1007/s00417-020-04834-1
40. Albietz JM, Schmid KL. Intense pulsed light treatment and meibomian gland expression for moderate to advanced meibomian gland dysfunction. *Clin Exp Optom*. 2018 Jan;101(1):23–33. DOI: 10.1111/cxo.12541
41. Liu R, Rong B, Tu P, Tang Y, Song W, Toyo R. Analysis of cytokine levels in tears and clinical correlations after intense pulsed light treating meibomian gland dysfunction. *Am J Ophthalmol*. 2017;183:81–90.
42. Toyos R, McGill W, Briscoe D. Intense pulsed light treatment for dry eye disease due to meibomian gland dysfunction; a 3-year retrospective study. *Photomed Laser Surg*. 2015;33(1):41–46.
43. de Godoy C.H., Silva P.F., de Araujo D.S., Motta L.J., Biasotto-Gonzalez D.A., Politti F. Evaluation of effect of low-level laser therapy on adolescents with temporomandibular disorder: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2013;14:229.
44. Irvine, S.L., Chong, N., Amirjani, K.M., Chan. Double-blind randomized controlled trial of low-level laser therapy in carpal tunnel syndrome *Muscle Nerve*. 2004;30(2):182–187.
45. Arita R, Fukuoka S, Morishige N. Therapeutic efficacy of intense pulsed light in patients with refractory meibomian gland dysfunction. *Ocul Surf*. 2019 Jan;17(1):104–110. DOI: 10.1016/j.jtos.2018.11.004. Epub 2018 Nov 13. PMID: 30445177 Clinical Trial.
46. Li Q, Liu J, Liu C, Piao J, Yang W, An N, Zhu J. Effects of intense pulsed light treatment on tear cytokines and clinical outcomes in meibomian gland dysfunction. *PLoS One*. 2021 Aug 26;16(8):e0256533. DOI: 10.1371/journal.pone.0256533. eCollection 2021. PMID: 34437596 Free PMC article. Clinical Trial.
47. Tang Y, Liu R, Tu P, Song W, Qiao J, Yan X, Rong B. A Retrospective Study of Treatment Outcomes and Prognostic Factors of Intense Pulsed Light Therapy Combined With Meibomian Gland Expression in Patients With Meibomian Gland Dysfunction. *Eye Contact Lens*. 2021 Jan 1;47(1):38–44. DOI: 10.1097/ICL.0000000000000704
48. Tashbayev B, Yazdani M, Arita R, Fineide F, Utheim TP. Intense pulsed light treatment in meibomian gland dysfunction: A concise review. *Ocul Surf*. 2020 Oct;18(4):583–594. DOI: 10.1016/j.jtos.2020.06.002
49. Cote S, Zhang AC, Ahmadzai V, Maleken A, Li C, Oppedisano J, Nair K, Busija L, Downie LE. Intense pulsed light (IPL) therapy for the treatment of meibomian gland dysfunction. *Cochrane Database Syst Rev*. 2020 Mar 18;3(3):CD013559. DOI: 10.1002/14651858.CD013559. PMID: 32182637

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России
 Медведев Игорь Борисович
 доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой офтальмологии
 ул. Островитянова 1, Москва, 117997, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-8111-0919>
 SPIN-код: 5779-2406

ABOUT THE AUTHORS

Pirogov Russian National Research Medical University
 Medvedev Igor B.
 MD, Professor, head of Ophthalmology department
 Ostrovitianov str., 1, Moscow, 117997, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-8111-0919>

Академия постдипломного образования «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства»
Трубиллин Владимир Николаевич
доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой офтальмологии
ул. Гамалеи 15, Москва, 123098, Российская Федерация

Academy of postgraduate education of FMBA of Russia
Trubilin Vladimir N.
MD, Professor, head of the Ophthalmology department
Gamalei str., 15, Moscow, 123098, Russian Federation

Академия постдипломного образования «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства»
Полунина Елизавета Геннадьевна
доктор медицинских наук, профессор кафедры офтальмологии
Волоколамское шоссе, 91, Москва, 125371, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-8551-0661>

Academy of postgraduate education FMBA of Russia
Polunina Elizabet G.
MD, Professor of the Ophthalmology department
Gamalei str. 15, Moscow, 123098, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-8551-0661>

ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России
Дергачева Надежда Николаевна
ассистент кафедры офтальмологии
ул. Островитянова, 1, Москва, 117997, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0003-3441-9072>
SPIN-код: 4932-0400

Pirogov Russian National Research Medical University
Dergacheva Nadezhda N.
assistant of the Ophthalmology department
Ostrovitianov str., 1, Moscow, 117997, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-3441-9072>

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней»
Анджелова Диана Владимировна
доктор медицинских наук, старший научный сотрудник
ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация

Research Institute of Eye Diseases
Andzhelova Diana V.
MD, senior research officer
Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russian Federation

Офтальмологическая клиника доктора Куренкова
Евстигнеева Юлия Владимировна
кандидат медицинских наук, врач офтальмолог
Рублевское шоссе, 48/1, Москва, 121609, Российская Федерация

Ophthalmology Clinic of Dr. Kurenkov
Evstigneeva Yulia V.
PhD, ophthalmologist
Rublevskoe highway, 48, Moscow, 121609, Russian Federation