

УДК 616.53-002.282:615.849:615.84
ИНТЕНСИВНЫЙ ИМПУЛЬСНЫЙ СВЕТ В ТЕРАПИИ РОЗАЦЕА:
ФОТОТОКСИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ И ВОЗМОЖНОСТИ ФОТОДИНАМИЧЕСКОЙ
ТЕРАПИИ

д.м.н., доцент - Бабаджанов О.А.

Ташкентский государственный медицинский университет

<https://orcid.org/0000-0002-3022-916X>

Резюме. Интенсивный импульсный свет (IPL) широко применяется в дерматологической и косметологической практике для коррекции сосудистых и воспалительных проявлений розацеа. Эффективность метода обусловлена селективным воздействием световой энергии на сосудистые структуры кожи и снижением выраженности эритемы и телеангиэктазий. Однако по мере расширения показаний и увеличения частоты процедур возрастает значение вопросов безопасности фототерапии, в том числе риска развития фототоксических реакций. В статье представлен аналитический анализ физических основ технологии IPL, клинических аспектов ее применения при розацеа и механизмов формирования фототоксических реакций. Особое внимание уделено фотодинамической терапии как методу, способствующему снижению кожной реактивности и повышению переносимости светового лечения. Обоснована целесообразность комбинированного применения IPL и фотодинамической терапии в комплексном лечении розацеа.

Ключевые слова: розацеа, интенсивный импульсный свет, фототерапия, фототоксические реакции, фотодинамическая терапия.

Abstract. Intense pulsed light (IPL) is widely used in dermatological and aesthetic practice for the treatment of vascular and inflammatory manifestations of rosacea. The clinical efficacy of IPL is based on the selective action of light energy on cutaneous vascular structures, resulting in a reduction of persistent erythema and telangiectasia. However, with the expansion of indications and increasing frequency of procedures, safety issues, including the risk of phototoxic reactions, have become increasingly important. This review provides an analytical overview of the physical principles of IPL technology, its clinical application in rosacea, and the mechanisms underlying phototoxic reactions. Special attention is given to photodynamic therapy as an approach that may reduce skin reactivity and improve the tolerability of light-based treatments. The rationale for combining IPL with photodynamic therapy in the management of rosacea is discussed.

Keywords: rosacea, intense pulsed light, phototherapy, phototoxic reactions, photodynamic therapy.

Annotatsiya. Intensiv impulsi yorug'lik (IPL) rosacea kasalligida kuzatiladigan tomirli va yallig'lanishli o'zgarishlarni davolashda dermatologiya va kosmetologiya amaliyotida keng qo'llaniladi. Ushbu usulning samaradorligi yorug'lik energiyasining teri tomir tuzilmalariga selektiv ta'siri bilan bog'liq bo'lib, doimiy eritema va teleangiektaziyalarning kamayishiga olib keladi. Shu bilan birga, IPL qo'llanilishining kengayishi va muolajalar sonining ortishi fonida fototoksik reaksiyalar xavfi kabi xavfsizlik masalalarining ahamiyati ortib bormoqda. Maqolada IPL texnologiyasining fizik asoslari, uni rozaceya davolashda qo'llashning klinik jihatlari hamda fototoksik reaksiyalarning shakllanish mexanizmlariga bag'ishlangan tahliliy sharh keltirilgan. Fotodinamik terapiya terining reaktivligini kamaytirish va yorug'lik bilan davolashning o'zlashtirilishini

yaxshilovchi usul sifatida alohida ko'rib chiqiladi. Rosaceani kompleks davolashda IPL va fotodinamik terapiyani birgalikda qo'llashning maqsadga muvofiqligi asoslab beriladi.

Kalit so'zlar: rosacea, intensiv impulsli yorug'lik, fototerapiya, fototoksik reaksiyalar, fotodinamik terapiya.

Актуальность исследования. Розацеа относится к числу хронических воспалительных дерматозов, характеризующихся стойкой эритемой, телеангиэктазиями и повышенной кожной реактивностью. В последние годы световые и лазерные технологии заняли одно из ведущих мест в терапии сосудистых форм розацеа. Интенсивный импульсный свет благодаря варибельности параметров и возможности воздействия на различные кожные хромофоры рассматривается как эффективный и относительно щадящий метод коррекции сосудистых изменений.

Клинический опыт показывает, что применение IPL у пациентов с розацеа может сопровождаться развитием фототоксических реакций, особенно при сочетании фототерапии с лекарственными средствами и при несоблюдении оптимальных параметров воздействия. Это определяет необходимость более глубокого анализа факторов риска и поиска методов, повышающих безопасность светового лечения.

Цель исследования. Проанализировать особенности применения интенсивного импульсного света при розацеа, механизмы развития фототоксических реакций и обосновать роль фотодинамической терапии в повышении безопасности и эффективности светового лечения.

Материалы и методы. Работа выполнена в формате обзорно-аналитического исследования и посвящена развитию технологии интенсивного импульсного света, ее физическим принципам, клиническому применению при розацеа, а также вопросам фототоксических реакций и комбинированного использования IPL и фотодинамической терапии. Анализ проведен с позиций патогенетической обоснованности, клинической эффективности и безопасности световых методов лечения.

Введение. Развитие интенсивного импульсного света связано с эволюцией представлений о селективном фототермолизе и стремлением снизить частоту побочных эффектов, характерных для ранних лазерных технологий. Концепция селективного фототермолиза, сформулированная R.R. Anderson и J.A. Parrish, стала фундаментом для разработки световых методов, направленных на избирательное повреждение патологических кожных структур при минимальном воздействии на окружающие ткани. Первоначально данные принципы были реализованы преимущественно в лазерных системах с фиксированной длиной волны, что, с одной стороны, обеспечивало высокую селективность, но, с другой, ограничивало клиническую универсальность и повышало риск термического повреждения эпидермиса при лечении пациентов с повышенной кожной реактивностью [1-4].

Использование полихроматического некогерентного излучения с регулируемыми параметрами импульса позволило расширить клинические возможности световой терапии при одновременной защите эпидермиса [5]. В отличие от лазерных источников, IPL-системы генерируют широкий спектр длин волн, который может быть модифицирован с помощью оптических фильтров и параметров импульса, что обеспечивает воздействие сразу на несколько хромофоров кожи, включая оксигемоглобин, дезоксигемоглобин и, в меньшей

степени, меланин.

Со временем IPL стал широко применяться в дерматологии и косметологии, включая лечение розацеа, фотоомоложения и других сосудисто-воспалительных состояний кожи. Расширение показаний к использованию интенсивного импульсного света сопровождалось накоплением клинического опыта и уточнением протоколов лечения, что позволило повысить эффективность процедур и снизить частоту ранних нежелательных реакций. Вместе с тем именно при лечении розацеа, характеризующейся хроническим воспалением, нарушением нейрососудистой регуляции и повышенной чувствительностью кожи, вопросы безопасности светового воздействия приобрели особую актуальность.

Терапевтический эффект IPL при розацеа обусловлен селективным воздействием на гемоглобин и сосудистые структуры дермы, что приводит к уменьшению выраженности эритемы и телеангиэктазий. Поглощение световой энергии сосудистым руслом вызывает локальный фототермальный эффект, сопровождающийся коагуляцией патологически расширенных капилляров и снижением интенсивности сосудистой реакции. Наиболее убедительные результаты получены при лечении эритематозно-телеангиэктатического подтипа розацеа, при котором сосудистый компонент заболевания является ведущим клиническим проявлением. Клинические исследования показали, что курсовое применение IPL обеспечивает значимое и стойкое улучшение состояния кожи, сопоставимое по эффективности с импульсным лазером на красителе [6-8].

В то же время розацеа представляет собой мультифакторное заболевание, в патогенезе которого, помимо сосудистых нарушений, значительную роль играют хроническое воспаление, дисфункция кожного барьера и повышенная нейросенсорная чувствительность. Эти особенности обуславливают индивидуальную вариабельность клинического ответа на фототерапию и требуют осторожного подбора параметров светового воздействия.

Фототоксические реакции представляют собой дозозависимые повреждения кожи, возникающие при взаимодействии световой энергии с фотосенсибилизирующими веществами и не требующие предварительной иммунной сенсибилизации [9]. Клинически они проявляются выраженной эритемой, отеком, ощущением жжения, а в более тяжелых случаях – образованием пузырей и последующей поствоспалительной гиперпигментацией.

Развитие фототоксических реакций при использовании интенсивного импульсного света рассматривается как предсказуемое осложнение фототерапии, связанное с суммарной дозой световой энергии и индивидуальными особенностями кожи пациента [9]. В отличие от фотоаллергических применений, данные изменения не опосредованы иммунологическими механизмами и могут возникать у любого пациента при превышении порогового уровня воздействия, что подчёркивает важность строгого контроля параметров IPL.

У пациентов с розацеа риск развития фототоксических реакций является более высоким по сравнению с другими категориями больных, что обусловлено особенностями патогенеза заболевания. Хроническое воспаление, нарушение сосудистой регуляции и повышенная нейросенсорная чувствительность формируют состояние повышенной кожной реактивности, при котором даже умеренные фототермические воздействия могут сопровождаться выраженным клиническим ответом [6-8]. Дополнительную роль играет дисфункция кожного барьера, способствующая более глубокому проникновению световой энергии и усилению локальной воспалительной реакции.

Значимым фактором риска фототоксических реакций является сочетание IPL с применением наружных и системных лекарственных средств, обладающих фотосенсибилизирующими свойствами [9]. В условиях медикаментозной фотосенсибилизации воздействие интенсивного импульсного света может приводить к усиленному образованию активных форм кислорода и развитию повреждения кожных структур даже при использовании стандартных энергетических параметров. Это обстоятельство требует тщательной оценки проводимой терапии и временного ограничения фототерапии у пациентов, получающих потенциально фотосенсибилизирующие препараты.

Наряду с фармакологическими факторами, существенное значение имеют технические параметры фототерапии, включая плотность энергии, длительность и форму импульса, спектральный диапазон излучения, а также интервалы между процедурами [5, 8]. Использование высоких энергетических параметров или сокращение интервалов между сеансами IPL увеличивает риск кумулятивного фототермического повреждения, особенно у пациентов с активной стадией розацеа. В этой связи индивидуализация протоколов лечения и динамическая оценка состояния кожи перед каждой процедурой рассматриваются как обязательные условия безопасного применения световых технологий.

Важно подчеркнуть, что в большинстве случаев фототоксические реакции при IPL носят транзиторный характер и при своевременной коррекции параметров воздействия не приводят к стойким нежелательным последствиям [9]. Однако у пациентов с розацеа даже кратковременное усиление воспалительной реакции может способствовать обострению заболевания, формированию негативного отношения к лечению и снижению приверженности пациента к дальнейшей терапии. Это подчёркивает необходимость профилактического подхода, направленного не только на коррекцию сосудистых проявлений, но и на снижение общей кожной реактивности.

В этой связи фототоксические реакции при применении интенсивного импульсного света следует рассматривать не как случайное осложнение, а как закономерный результат взаимодействия физических параметров светового воздействия с биологическими особенностями кожи пациента. Осознание предсказуемого характера данных реакций создаёт предпосылки для поиска методов, способствующих повышению безопасности фототерапии и оптимизации комплексного лечения розацеа.

В условиях необходимости повышения безопасности светового лечения особое внимание привлекают методы, способные модулировать воспалительную активность кожи и снижать её реактивность без выраженного фототермического повреждения. В этом контексте особый интерес представляет фотодинамическая терапия, основанная на применении фотосенсибилизатора с последующей активацией светом определённой длины волны и образованием активных форм кислорода [10]. Данные процессы обеспечивают локальное противовоспалительное, антимикробное и модулирующее воздействие без выраженного повреждения окружающих тканей. В отличие от прямого фототермального эффекта, характерного для IPL, фотодинамическая терапия оказывает более мягкое и контролируемое влияние на воспалительные и сосудистые механизмы, что делает её перспективной в лечении розацеа.

Следовательно, развитие и широкое внедрение IPL в терапию розацеа требует не только оценки клинической эффективности, но и детального анализа механизмов фототоксических реакций и путей их профилактики. Рассмотрение

фотодинамической терапии как компонента комбинированных схем лечения открывает новые возможности для повышения безопасности и переносимости световых методов, что соответствует современным тенденциям персонализированного подхода в дерматологии.

Фотодинамическая терапия может быть эффективной при лечении розацеа, способствуя снижению воспалительной активности и кожной реактивности [10]. Это делает ФДТ перспективным методом как самостоятельной терапии, так и в составе комбинированных схем.

Патогенетическая обоснованность применения фотодинамической терапии при розацеа связана с её способностью снижать активность воспалительных медиаторов, воздействовать на микроциркуляторные нарушения и уменьшать выраженность кожной реактивности. Показано, что фотодинамическое воздействие может приводить к снижению воспалительной инфильтрации дермы и уменьшению клинических проявлений заболевания, включая эритему и субъективные симптомы, такие как жжение и чувство тепла [10]. Эти эффекты особенно значимы у пациентов с активной стадией розацеа и высокой чувствительностью кожи.

Клинические исследования последних лет продемонстрировали эффективность фотодинамической терапии как самостоятельного метода лечения розацеа, а также в составе комбинированных схем [10-12]. При этом подчёркивается, что ФДТ, в отличие от агрессивных световых методов, характеризуется более мягким профилем переносимости и может рассматриваться как этап подготовки кожи к последующему фототермическому воздействию.

Особый интерес представляют данные о комбинированном использовании фотодинамической терапии и интенсивного импульсного света, при котором достигается воздействие на различные патогенетические компоненты розацеа – воспалительный и сосудистый [11, 12]. Применение ФДТ перед IPL или в рамках последовательных протоколов позволяет снизить выраженность воспалительной активности кожи, что способствует улучшению переносимости последующей фототерапии и уменьшению риска фототоксических реакций.

В ряде работ показано, что использование фотодинамической терапии в сочетании с IPL сопровождается более выраженным и стабильным клиническим эффектом по сравнению с монотерапией, включая снижение интенсивности эритемы, уменьшение субъективных симптомов и повышение удовлетворённости пациентов лечением [11, 12]. При этом комбинированные схемы не приводят к увеличению частоты нежелательных реакций, что подчёркивает их потенциальное преимущество в клинической практике.

В этой связи, фотодинамическая терапия может рассматриваться не только как самостоятельный метод лечения розацеа, но и как важный компонент комплексного и персонализированного подхода к применению световых технологий. Использование ФДТ в сочетании с интенсивным импульсным светом позволяет оптимизировать баланс между эффективностью и безопасностью лечения, особенно у пациентов с повышенной кожной реактивностью и высоким риском фототоксических реакций.

Обсуждение. Рассматривая результаты применения интенсивного импульсного света и фотодинамической терапии в контексте патогенеза розацеа, следует подчеркнуть, что данные методы воздействия принципиально различаются по механизмам действия, но при этом могут взаимно дополнять друг друга. IPL преимущественно влияет на сосудистый компонент заболевания за счёт

селективного фототермального воздействия на гемоглобин и патологически расширенные капилляры [6-8], тогда как фотодинамическая терапия реализует свои эффекты на уровне воспалительных и клеточных процессов, модулируя кожную реактивность и снижая активность воспаления [10-12].

Именно сочетание сосудистых и воспалительных механизмов в патогенезе розацеа определяет ограниченность монотерапии, направленной исключительно на один из этих компонентов. Клинический опыт показывает, что изолированное воздействие на сосудистое русло, даже при достижении выраженного косметического эффекта, не всегда сопровождается устойчивым клиническим улучшением и может быть ассоциировано с рецидивами симптомов. В этом контексте комбинированные схемы лечения, включающие фотодинамическую терапию и IPL, представляются патогенетически обоснованными и перспективными.

С позиций безопасности особое значение приобретает способность фотодинамической терапии снижать кожную реактивность перед проведением фототермических процедур. Уменьшение воспалительной активности и нормализация микроциркуляции могут способствовать снижению пороговой чувствительности кожи к световому воздействию, что клинически проявляется лучшей переносимостью IPL и меньшей выраженностью постпроцедурных реакций [10-12]. Таким образом, ФДТ может рассматриваться не только как терапевтический, но и как профилактический этап в комплексных протоколах светового лечения розацеа.

Дополнительным аргументом в пользу комбинированного подхода является возможность индивидуализации параметров терапии. Использование фотодинамической терапии позволяет более гибко подбирать энергетические характеристики IPL, снижая необходимость применения высоких плотностей энергии и агрессивных режимов воздействия. Это особенно важно у пациентов с активной стадией заболевания, выраженной эритемой и склонностью к развитию фототоксических реакций. Персонализированный подбор протоколов светового лечения соответствует современным тенденциям развития дерматологии и направлен на повышение как эффективности, так и безопасности терапии.

Анализ литературных данных свидетельствует о том, что комбинированные схемы с использованием IPL и фотодинамической терапии не сопровождаются увеличением частоты нежелательных явлений и, напротив, могут способствовать снижению риска фототоксических реакций при сохранении или усилении клинического эффекта [11, 12]. Это позволяет рассматривать данные подходы как перспективное направление оптимизации лечения пациентов с розацеа, особенно в случаях резистентного течения заболевания или непереносимости стандартных протоколов фототерапии.

Заключение. Интенсивный импульсный свет является эффективным и широко применяемым методом коррекции сосудистых проявлений розацеа, обеспечивая значимое уменьшение выраженности эритемы и телеангиэктазий. Вместе с тем особенности патогенеза заболевания, включая хроническое воспаление, нарушение сосудистой регуляции и повышенную кожную реактивность, обуславливают риск развития фототоксических реакций при применении IPL, особенно при использовании высоких энергетических параметров и сочетании фототерапии с фотосенсибилизирующими лекарственными средствами.

Фототоксические реакции при IPL следует рассматривать как предсказуемое

и потенциально управляемое осложнение светового лечения, что подчёркивает необходимость индивидуализации протоколов терапии и тщательной оценки факторов риска у пациентов с розацеа. В этом контексте фотодинамическая терапия представляет собой патогенетически обоснованный метод, способный снижать воспалительную активность кожи, уменьшать её реактивность и повышать переносимость светового воздействия.

Современные данные литературы свидетельствуют о том, что комбинированное применение фотодинамической терапии и интенсивного импульсного света позволяет воздействовать на различные патогенетические звенья розацеа – воспалительный и сосудистый, и обеспечивает более устойчивый клинический эффект по сравнению с монотерапией. Использование ФДТ в составе последовательных или комбинированных схем лечения способствует снижению риска фототоксических реакций и расширяет возможности безопасного применения IPL у пациентов с повышенной кожной чувствительностью.

Таким образом, интеграция фотодинамической терапии в протоколы светового лечения розацеа открывает новые перспективы оптимизации терапии данного хронического дерматоза и соответствует современным представлениям о персонализированном подходе в дерматологии. Дальнейшее накопление клинического опыта и уточнение параметров комбинированных схем будут способствовать повышению эффективности и безопасности лечения пациентов с розацеа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Goldman MP, Martin DE, Fitzpatrick RE, Ruiz-Esparza J. Pulsed dye laser treatment of telangiectases. *J Am Acad Dermatol.* 1990;23:23-30.
2. Goldman MP, Fitzpatrick RE. Pulsed-dye laser treatment of leg telangiectasia. *J Dermatol Surg Oncol.* 1990;16:338-344.
3. Goldman MP, Fitzpatrick RE. *Cutaneous Laser Surgery: The Art and Science of Selective Photothermolysis.* Mosby; 1994.
4. Anderson RR, Parrish JA. Selective photothermolysis. *Science.* 1983;220:524-527.
5. Goldman MP, Eckhouse S. Photothermal sclerosis of leg veins. *Dermatol Surg.* 1996;22:323-330.
6. Papageorgiou P, Clayton W, Norwood S, Chopra S, Rustin M. Treatment of rosacea with intense pulsed light. *Br J Dermatol.* 2008;159:628-632.
7. Neuhaus IM, Zane LT, Tope WD. Comparative efficacy of IPL and pulsed dye laser for rosacea. *Dermatol Surg.* 2009;35:920-928.
8. Schroeter CA, Haaf-von Below S, Neumann HA. Effective treatment of rosacea using IPL systems. *Dermatol Surg.* 2005;31:1285-1289.
9. Федотов В.П. Фотодерматозы (клиническая лекция). *Дерматовенерология. Косметология. Сексопатология.* 2015;3-4:143-157.
10. Fan L, Yin R, Lan T, Hamblin MR. Photodynamic therapy for rosacea. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2018;24:82-87.
11. Bao N, Gu T, Zeng J, et al. Combined ALA-PDT and IPL for rosacea. *Lasers Med Sci.* 2022;38:17.
12. Friedmann DP, Goldman MP, Fabi SG, Guiha I. Sequential light sources to activate ALA in rosacea. *J Cosmet Dermatol.* 2016;15:407-412.