

# IPL-терапия в геропротекции кожи: актуальные клинические задачи, комбинированные стратегии и терапевтические перспективы

Н. П. Михайлова<sup>1</sup>, Л. С. Круглова<sup>2</sup>, Д. И. Знатдинов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> АНО «Международный научно-исследовательский центр инновационных технологий «Мартинекс», Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента Российской Федерации, Москва, Россия

## РЕЗЮМЕ

Старение кожных покровов представляет собой многоуровневый патологический процесс, характеризующийся гетерогенностью и тесной взаимосвязью молекулярно-клеточных нарушений. К ним относятся утрата протеостаза и эпигенетические изменения, активация специфических провоспалительных каскадов, дисфункция митохондрий и стойкое нарушение межклеточной коммуникации и т.п. Накопление таких повреждений создает значимую методологическую проблему для современной локальной геропротекции, требуя выхода за рамки монотерапевтических подходов. В данном обзоре проводится анализ патогенетических основ для разработки комбинированных стратегий. Основной фокус сосредоточен на синергетическом потенциале сочетания интенсивного импульсного света (IPL) с методами инъекционной косметологии. В рамках этой концепции оценивается потенциал таргетной доставки витаминов, пептидов, аминокислот и микроэлементов в форме механохимических конъюгатов для коррекции глубоких метаболических дефицитов, ассоциированных со старением. На основе систематизации современных данных формируется концептуальная модель, обосновывающая необходимость персонализированных комбинированных протоколов. Предполагается, что такая мультимодальная стратегия, последовательно воздействуя на различные патогенетические звенья – от нейтрализации экзогенных агрессоров и купирования хронического воспаления до прямого восстановления внеклеточного матрикса и клеточного гомеостаза – позволяет не только эффективно корректировать визуальные проявления старения, но и влиять на фундаментальные биологические процессы. Таким образом, рациональная комбинация IPL-терапии и современных биорепарантов рассматривается как перспективный путь для достижения устойчивого клинического результата в коррекции как хроно-, так и фотоиндуцированного старения кожи.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** IPL-терапия, гиалуроновая кислота, старение кожи, геропротекция, биорепаранты, комбинированная терапия, фотостарение, биоревитализация, мезотерапия, персонализированная косметология

**КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторы заявляют, что при создании данной рукописи не использовался генеративный искусственный интеллект.

## IPL-therapy in skin geroprotection: current clinical challenges, combined strategies and therapeutic perspectives

N. P. Mikhailova<sup>1</sup>, L. S. Kruglova<sup>2</sup>, D. I. Znatdinov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Martinex International Research Center for Innovative Technologies, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Central State Medical Academy of the Administrative Department of the President of the Russian Federation, Moscow, Russia

## SUMMARY

Skin aging is a multi-level pathological process characterized by heterogeneity and a close interconnection of molecular and cellular disturbances. These include loss of proteostasis and epigenetic alterations, activation of specific pro-inflammatory cascades, mitochondrial dysfunction, and persistent disruption of intercellular communication, among others. The accumulation of such damages poses a significant methodological challenge for contemporary local geroprotection, necessitating a move beyond mono-therapeutic approaches. This review analyzes the pathogenetic foundations for developing combined strategies. The primary focus is on the synergistic potential of combining Intense Pulsed Light (IPL) with injectable cosmetology methods. Within this framework, the potential for targeted delivery of vitamins, peptides, amino acids, and trace elements in the form of mechano-chemical conjugates is evaluated for correcting deep metabolic deficits associated with aging. Based on a systematization of current data, a conceptual model is formulated that substantiates the need for personalized combined protocols. It is proposed that such a multimodal strategy, sequentially targeting various pathogenetic links – from neutralizing exogenous aggressors and mitigating chronic inflammation to directly restoring the extracellular matrix and cellular homeostasis – can not only effectively correct the visual manifestations of aging but also influence fundamental biological processes. Thus, a rational combination of IPL therapy and modern bioreparants is considered a promising avenue for achieving sustainable clinical results in correcting both chronological and photo-induced skin aging.

**KEYWORDS:** IPL therapy, hyaluronic acid, skin aging, geroprotection, bioreparants, combination therapy, photoaging, biorevitalization, mesotherapy, personalized cosmetology

**CONFLICT OF INTEREST.** The authors declare no conflict of interest.

The authors declare that no generative artificial intelligence was used in the creation of this manuscript.

## Введение

В процессе старения кожа претерпевает ряд изменений структурной стабильности и физиологических функций, что связано с накоплением клеточных и молекулярных повреждений, описываемых в рамках концепции признаков старения. К ним относятся первичные повреждения – геномная нестабильность, укорочение теломер, эпигенетические изменения и потеря протеостаза; антагонистические

реакции – нарушение сенсинга нутриентов, митохондриальная дисфункция и клеточное старение; а также интегративные признаки – истощение и дисрегуляция стволовых клеток и нарушение межклеточной коммуникации, включая хроническое воспаление (инфламэйджинг) и дисбиоз [1]. Эти взаимосвязанные механизмы формируют порочный круг, приводящий к нарушению регенеративного потенциала, дезорганизации внеклеточного матрикса и ослаблению

барьерной функции. Клинически старение кожи проявляется образованием морщин, дисхромиями, истончением кожного покрова и телеангиэктазиями и т.п., что отражает кумулятивный эффект описанных молекулярно-клеточных нарушений [2]. Совокупность этих изменений в итоге обуславливает прогрессирующую деградацию кожных тканей [3].

Помимо описанных выше механизмов, старение кожи, особенно в области лица и шеи, ускоряется под действием ультрафиолетового излучения (УФ), которое вызывает повреждение клеточных структур, хроническое воспаление и клеточное старение с формированием провоспалительного SASP-фенотипа. Это приводит к компенсаторной иммуносупрессии через экспансию регуляторных Т-клеток и секрецию противовоспалительных цитокинов [4]. Ключевую роль в данных процессах играет активация арилуглеводородного рецептора (AHR), которая индуцируется не только УФ, но и другими факторами среды: экзогенными лигандами AHR в табачном дыме и атмосферных загрязнителях, а также эндогенными лигандами при метаболических нарушениях, связанных с питанием и алкоголем [5]. Таким образом, разнообразные внешние воздействия также усиливают воспаление, иммуносупрессию и деградацию тканей, что усложняет работу современного врача-дерматовенеролога, косметолога.

В условиях значительного увеличения доли пожилого населения, распространенность признаков и симптомов, ассоциированных со старением кожи, приобретает особую социальную значимость. В зависимости от степени выраженности клинических проявлений, качество жизни пациентов в разных социальных и этнических группах может существенно снижаться [6, 7]. При этом современные косметологические вмешательства направлены не только на коррекцию объективных морфологических изменений, но и оказывают значимое положительное влияние на психоэмоциональную сферу пациентов зрелого и пожилого возраста [8, 9].

### **IPL-терапия в системе геропротекции**

В данном контексте для коррекции признаков фото- и хроностарения кожи лица применяется ряд неинвазивных методов, среди которых важное место занимает терапия интенсивным импульсным светом (IPL). Его полихроматическое излучение поглощается хромофорами дермы, стимулируя ремоделирование матрикса, что приводит к улучшению текстуры кожи, уменьшению морщин, эритем и дисхромий. Клиническая результативность применения IPL в дерматологической практике детерминирована комплексом взаимосвязанных физических параметров. Ключевыми детерминантами терапевтического ответа являются: длина волны света, мощность импульса, длительность экспозиции и частота импульсов. Совокупность данных параметров определяет селективность фотодеструкции и глубину воздействия в биологических тканях [10]. Несмотря на доказанную эффективность, отсутствие консенсуса по параметрам лечения и вариативность методологии исследований ограничивают разработку унифицированных протоколов, что указывает на необходимость дальнейших стандартизированных клинических испытаний [11]. Также исследования демонстрируют клиническую эффективность терапии IPL для коррекции

признаков старения и в периорбитальной области. В открытом исследовании три сеанса IPL привели к умеренному или значительному улучшению у более чем половины пациентов, при этом уровень улучшения не зависел от фототипа кожи. Побочные эффекты были минимальны и контролируемы. На основе приведенных данных, можно предположить, что IPL представляет собой действенный неинвазивный метод для антивозрастной терапии кожи, требующий дальнейшей модернизации протоколов [12].

Кроме того, важным механизмом действия IPL является прямое клеточно-опосредованное воздействие на ключевые пути фотостарения. Экспериментально показано, что IPL подавляет УФ-В-индуцированную иммунную реакцию, снижая экспрессию провоспалительных цитокинов (IL-6, IL-8, IFN- $\gamma$ ) и повышая уровень противовоспалительного адипонектина, влияя на кератиноциты. Параллельно IPL ингибирует УФ-стимулированный меланогенез, уменьшая накопление меланина, активность тирозиназы и экспрессию ключевых регуляторов (MITF, TYR). Этот эффект сопряжен со снижением внутриклеточного окислительного стресса и сохранением активности антиоксидантных ферментов (SOD, каталазы). Фотобиомодуляция IPL воздействует на фундаментальные механизмы старения – хроническое воспаление и дисфункцию меланоцитарной системы, опосредованные окислительным стрессом, что обосновывает его применение для коррекции как дисхромий, так и проявлений преждевременного фотостарения [13, 14].

Помимо антивозрастной терапии, IPL активно используется в дерматологии, например в терапии розацеа, обеспечивая целенаправленное воздействие на её сосудистые проявления. Клинические исследования демонстрируют высокую эффективность методики: ретроспективные данные указывают на значительное уменьшение выраженности симптомов у большинства пациентов, при этом процедура характеризуется благоприятным профилем переносимости и высоким уровнем удовлетворённости результатами [15, 16].

Крайне важный вопрос касается безопасности метода. Современные данные о свидетельствуют об отсутствии доказанного канцерогенного риска при его применении в дерматологии и косметологии. Это подтверждается более чем 25-летним опытом клинического использования, в течение которого не выявлено эпидемиологической связи между процедурами IPL и развитием базальноклеточного, плоскоклеточного рака или меланомы. Ключевым фактором безопасности является спектр излучения IPL, который, как правило, не содержит ультрафиолетовой составляющей (<400 нм), ответственной за прямое повреждение ДНК. Экспериментальные исследования на животных и гистологический анализ кожи человека после многократных воздействий также не демонстрируют повышения онкогенности [17]. Вместе с тем, некорректное применение IPL может индуцировать окислительный стресс, повышать экспрессию маркеров старения и повреждения ДНК (p53, p16) и провоцировать системное воспаление (рост IL-6, CRP), что ассоциировано с риском клеточной сенесценции, фотостарения и феномена «инфламэйджинга». Эти данные подчёркивают необходимость строгого соблюдения персонализированных протоколов, учитывающих фототип кожи и характеристики хромофоров, для обеспечения безопасности терапии [18].

### Синергия комбинированного воздействия

Современное понимание старения кожи как гетерогенного процесса, затрагивающего с разной интенсивностью все её структурные уровни, формирует основу для рациональной комбинированной терапии в эстетической медицине. Кумулятивный характер повреждений, включающий атрофию, дезорганизацию волокон и ухудшение микроциркуляции, делает клинически несостоятельным любой монотерапевтический подход в рамках геропротекции. Следовательно, стратегия коррекции строится на синергичном сочетании аппаратных, инъекционных и топических методов, позволяющем адресно воздействовать на различные патогенетические мишени для достижения комплексного и пролонгированного результата [19, 20]. Важным дополнением, в рамках коррекции хронических воспалительных дерматозов, также является комбинация с направленной фармакотерапией, что позволяет потенцировать эффекты физических методов воздействия [21]. Данный принцип находит непосредственное подтверждение в клинической практике. В контексте современной парадигмы, рассматривающей старение лица как комплексный процесс, затрагивающий как мягкие ткани, так и лицевой скелет, патогенетически обоснованным становится сочетанное применение методик, направленных на коррекцию изменений на разных анатомических уровнях [22]. Например, сочетание интенсивного импульсного света (IPL) и филлеров на основе гиалуроновой кислоты признано безопасной и эффективной тактикой для одновременной коррекции пигментации, текстуры и восстановления объемов, причем рекомендованным протоколом является проведение процедур в один сеанс [23]. Эта комбинация не приводит к статистически значимой деградации филлера и может повышать удовлетворенность пациентов [24]. Более того, потенциал синергии выходит за рамки этой пары: IPL успешно комбинируют с топическими средствами, содержащими керамиды, для ускорения восстановления кожного барьера в постпроцедурном периоде, а также с микрофокусированным ультразвуком и биостимуляторами (поли-L-молочная кислота) для достижения многоуровневого эффекта (поверхностное улучшение текстуры, лифтинг и глубокое объемное восполнение) [25, 26, 27]. Следовательно, стратегия рациональной комбинации методов, адаптированная к индивидуальным проявлениям старения, становится стандартом в современной эстетической медицине, позволяя достигать более выраженного и комплексного клинического результата.

### Перспективы развития персонализированных стратегий

Для потенцирования эффекта IPL и воздействия на глубокие механизмы старения, в частности на дегидратацию и дезорганизацию внеклеточного матрикса, перспективным является его сочетание с инъекционными методами биоревитализации. Следует учитывать, что IPL-технология обладает дегидратирующим эффектом, так как вода – один из хромофоров для интенсивного импульсного света. В качестве активного агента в таких комбинациях часто выступает нещитая гиалуроновая кислота (ГК) [28, 29]. Эндогенная ГК создает оптимальную среду для репарации, обеспечивая гидратацию и стимулируя синтез основного вещества дермы [30]. ГК часто комбинируют с другими компонентами в рамках создания мезотерапевтических коктейлей. Мезотерапия представляет собой минимально

инвазивную инъекционную методику, направленную на доставку активных компонентов непосредственно в кожные структуры. Ключевым преимуществом мезотерапии является возможность одновременного воздействия на несколько патогенетических звеньев старения кожи: увлажнение, стимуляция синтеза коллагена и эластина, подавление меланогенеза, уменьшение воспаления, улучшение микроциркуляции и т.п.. Состав коктейля подбирается индивидуально, что позволяет персонализировать лечение в зависимости от конкретных потребностей кожи пациента, что особенно актуально в рамках комбинации с IPL терапией [31, 32].

Следующим этапом развития инъекционных методов мезотерапии и биоревитализации стали конъюгаты, в которых высокомолекулярная гиалуроновая кислота химически или физически модифицируется для создания стабильных комплексов с активными компонентами. Такая модификация обеспечивает не только защиту биоактивных веществ от преждевременного распада, но и контролируемое высвобождение в тканях, что значительно повышает эффективность и продолжительность действия терапии. Перспективным направлением является твердофазная модификация высокомолекулярной ГК, при которой методом механохимического сшивания достигается конъюгация полимера с биорегуляторами (антиоксидантами, пептидами, витаминами, микроэлементами). Этот подход исключает токсичные реагенты, обеспечивает защиту от ферментативного распада и создает систему контролируемого высвобождения активных компонентов, формируя основу для персонализированных терапевтических стратегий [33, 34]. Например, важным патогенетическим аспектом старения кожи является локальный дефицит аскорбиновой кислоты, не коррелирующий с системным статусом. Витамин С, выступая кофактором синтеза коллагена и модулятором аутофагии, в условиях возрастного и УФ-индуцированного окислительного стресса истощается в дерме и эпидермисе. Для его целевой доставки разработаны стабильные производные (аскорбил фосфаты) в форме механохимических комплексов с гиалуроновой кислотой. Примером коммерческой реализации описанной технологии является серия препаратов «Нуалгерай». Данное решение обеспечивает пролонгированное интрадермальное высвобождение, стимуляцию фибробластов и ремоделирование матрикса, что составляет основу стратегий локальной геропротекции [35, 36].

Ключевым механизмом, обеспечивающим эффективность работы биорепарантами на основе ГК в коррекции возрастных изменений, является способность сополимера выступать не только пассивным структурным компонентом, но и активной сигнальной молекулой [37]. Этот сигнальный эффект реализуется через взаимодействие с трансмембранным рецептором CD44, который экспрессируется на поверхности, например, фибробластов. Связывание ГК, особенно её высокомолекулярных фракций, с внеклеточным доменом CD44 индуцирует конформационные изменения рецептора и активацию внутриклеточных сигнальных каскадов дополняя механизм внутриклеточной доставки активных компонентов [38]. В контексте антивозрастной терапии активация CD44-опосредованных путей способствует преодолению характерного для старения истощения регенеративного потенциала кожи, стимулируя синтез коллагена фибробластами и улучшая тканевый гомеостаз и т.п. [39]. Таким образом,

внутриклеточная доставка сигналов через рецептор CD44 составляет фундаментальную молекулярную основу для биорепарации, объясняя её синергизм с аппаратными методами, такими как IPL-терапия, в рамках комбинированных протоколов коррекции фото- и хроностарения.

Таким образом, современная стратегия коррекции возрастных изменений кожи, основанная на углубленном понимании ее гетерогенных молекулярно-клеточных механизмов, закономерно эволюционирует в сторону разработки комбинированных персонализированных протоколов. Сочетание фототерапии (IPL), модулирующей ключевые провоспалительные и окислительные пути фотостарения, с инъекционными методиками целевой биорепарации, обеспечивающей пролонгированную доставку сигнальных молекул и структурных компонентов через рецепторно-опосредованные механизмы (например, CD44), создает синергичный эффект. Этот подход позволяет предположить потенциальное воздействие на различные уровни повреждений – от эпидермальной дисфункции и дезорганизации внеклеточного матрикса до нарушения клеточного гомеостаза и хронического инфламэйджинга, – что формирует патогенетическую основу для эффективной, безопасной и комплексной геропротекции в клинической практике дерматокосметологии.

#### Список литературы / References

- López-Olín C, Blasco MA, Partridge L, Serrano M, Kroemer G. Hallmarks of aging: An expanding universe. *Cell*. 2023; 186 (2): 243–278. DOI: 10.1016/j.cell.2022.11.001
- Jin S, Li K, Zong X, Eun S, Morimoto N, Guo S. Hallmarks of Skin Aging: Update. *Aging Dis*. 2023; 14 (6): 2167–2176. Published 2023 Dec 1. DOI: 10.14336/AD.2023.0321
- Furman D, Auwerx J, Bulteau AL, et al. Skin health and biological aging. *Nat Aging*. 2025; 5 (7): 1195–1206. DOI: 10.1038/s43587-025-00901-6
- Salmiminen A, Kaamiranta K, Kauppinen A. Photoaging: UV radiation-induced inflammation and immunosuppression accelerate the aging process in the skin. *Inflamm Res*. 2022; 71 (7–8): 817–831. DOI: 10.1007/s00101-022-01598-8
- Fernández-Gallego N, Sánchez-Madrid F, Cibrán D. Role of AHR Ligands in Skin Homeostasis and Cutaneous Inflammation. *Cells*. 2021; 10 (11): 3176. Published 2021 Nov 15. DOI: 10.3390/cells10113176
- Knaggs H, Lephart E, D. Enhancing Skin Anti-Aging through Healthy Lifestyle Factors. *Cosmetics*. 2023, 10, 142. <https://doi.org/10.3390/cosmetics10050142>
- Kotner J, Fastner A, Untzeri DA, Blume-Peytavi U, Griffiths CEM. Skin health of community-living older people: a scoping review. *Arch Dermatol Res*. 2024; 316 (6): 319. Published 2024 Jun 1. DOI: 10.1007/s00403-024-03059-0
- Pearl RL, Percec I. Ageism and Health in Patients Undergoing Cosmetic Procedures. *Aesthet Surg J*. 2019 Jun 21; 39 (7): NP288–NP292. DOI: 10.1093/asj/sjy283. PMID: 30346472; PMCID: PMC6587926
- Cohen JL, Rivkin A, Dayan S, Shamban A, Werschler WP, Teller CF, Kammer MS, Sykes JM, Weinkle SH, Garcia JK. Multimodal Facial Aesthetic Treatment on the Appearance of Aging, Social Confidence, and Psychological Well-being: HARMONY Study. *Aesthet Surg J*. 2022 Jan 12; 42 (2): NP115–NP124. DOI: 10.1093/asj/sjab114. PMID: 33751048; PMCID: PMC8756087
- Cai Y, Zhu Y, Wang Y, Xiang W. Intense pulsed light treatment for inflammatory skin diseases: a review. *Lasers Med Sci*. 2022; 37 (8): 3085–3105. DOI: 10.1007/s10103-022-03620-1
- Sales AFS, Pandolfo IL, de Almeida Cruz M, et al. Intense Pulsed Light on skin rejuvenation: a systematic review. *Arch Dermatol Res*. 2022; 314 (9): 823–838. DOI: 10.1007/s00403-021-02283-2
- Barikbin B, Akbari Z, Vafaei R, Razzaghi Z. The Efficacy of IPL in Periorbital Skin Rejuvenation: An Open-Label Study. *J Lasers Med Sci*. 2019; 10 (Suppl 1): S64–S67. DOI: 10.15171/jlms.2019.S12
- Yardman-Frank JM, Fisher DE. Skin pigmentation and its control: From ultraviolet radiation to stem cells. *Exp Dermatol*. 2021; 30 (4): 560–571. DOI: 10.1111/exd.14260
- Kim J, Lee J, Choi H. Intense Pulsed Light Attenuates UV-Induced Hyperimmune Response and Pigmentation in Human Skin Cells. *Int J Mol Sci*. 2021; 22 (6): 3173. Published 2021 Mar 20. DOI: 10.3390/jlms22063173
- Zhai Q, Cheng S, Liu R, Xie J, Han X, Yu Z. Meta-Analysis of the Efficacy of Intense Pulsed Light and Pulsed-Dye Laser Therapy in the Management of Rosacea. *J Cosmet Dermatol*. 2024; 23 (12): 3821–3827. DOI: 10.1111/jocd.16549
- Martignago CCS, Bonifacio M, Ascimann LT, et al. Efficacy and safety of intense pulsed light in rosacea: A systematic review. *Indian J Dermatol Venereol Leprol*. 2024; 90 (5): 599–605. DOI: 10.25259/IJDVL.1029\_2022
- Ash C, Town G, Whittall R, Tooze L, Phillips J. Lasers and intense pulsed light (IPL) association with concave lesions. *Lasers Med Sci*. 2017;32(8):1927–1933. DOI: 10.1007/s10103-017-2310-y
- Lin MY, Wang TW, Lin CS. Revisiting Unaddressed Safety Concerns Regarding Intense Pulsed Light Treatment: Past and Present Perspectives. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*. 2024; 40 (6): e13005. DOI: 10.1111/phpp.13005
- Zargaran, D., Zoller, F., Zargaran, A., Weyrich, T., & Mosahebi, A. (2022). Facial skin ageing: Key concepts and overview of processes. *International journal of cosmetic science*, 44 (4), 414–420. <https://doi.org/10.1111/ics.12779>
- Furman D, Auwerx J, Bulteau AL, et al. Skin health and biological aging. *Nat Aging*. 2025; 5 (7): 1195–1206. DOI: 10.1038/s43587-025-00901-6
- Круглова Л. С., Матушевская Ю. И., Бридан-Ростовская А. С. Комбинированное применение лекарственной терапии и IPL-технологии у пациентов с розacea и акне. *Медицинский алфавит*. 2023; (5): 16–21. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-5-16-21>
- Kruglova L. S., Matushevskaya Yu. I., Bridan-Rostovskaya A. S. Combined use of drug therapy and IPL technology in patients with rosacea and acne. *Medical alphabet*. 2023; (5): 16–21. (In Russ.). <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-5-16-21>
- Lee KWA, Zamin RZ, Sobchshyn M, Song JK, Liang BCP, Park S, Wong KF, Park Y, Yi KH. Facial Bone Aging: An Update and Literature Review. *JPRAS Open*. 2025. <https://doi.org/10.1016/j.jpra.2026.01.011>
- Urdiales-Gálvez F, Martín-Sánchez S, Maíz-Jiménez M, Castellano-Miralla A, Lionetti-Leone L. Concomitant Use of Hyaluronic Acid and Laser in Facial Rejuvenation. *Aesthetic Plast Surg*. 2019; 43 (4): 1061–1070. DOI: 10.1007/s00266-019-01393-7
- Goldman MP, Alster TS, Weiss R. A randomized trial to determine the influence of laser therapy, monopolar radiofrequency treatment, and intense pulsed light therapy administered immediately after hyaluronic acid gel implantation. *Dermatol Surg*. 2007; 33 (5): 535–542. DOI: 10.1111/j.1524-4725.2007.33111.x
- Peterson JD, Kilmer SL. Three-Dimensional Rejuvenation of the Décolletage. *Dermatol Surg*. 2016; 42 Suppl 2: S101–S107. DOI: 10.1097/DSS.0000000000000758
- Kołodziejczak A., & Rotszajn, H. (2022). Efficacy of fractional laser, radiofrequency and IPL rejuvenation of periorbital region. *Lasers in medical science*, 37 (2), 895–903. <https://doi.org/10.1007/s10103-021-03329-7>
- Friedmann DP, Fabi SG, Goldman MP. Combination of intense pulsed light, Sculptra, and Ultherapy for treatment of the aging face. *J Cosmet Dermatol*. 2014; 13 (2): 109–118. DOI: 10.1111/jocd.12093
- Chylińska N, Maciejczyk M. Hyaluronic Acid and Skin: Its Role in Aging and Wound-Healing Processes. *Gels*. 2025; 11 (4): 281. Published 2025 Apr 9. DOI: 10.3390/gels11040281
- Iaconis GN, Lunetti P, Gallo N, et al. Hyaluronic Acid: A Powerful Biomolecule with Wide-Ranging Applications-A Comprehensive Review. *Int J Mol Sci*. 2023; 24 (12): 10296. Published 2023 Jun 18. DOI: 10.3390/jlms241210296
- Chahine, S., Marozzi, B., Valle, A., Michellini, L., & Lazzari, T. (2025). Efficacy and Safety of Non-cross-Linked Hyaluronic Acid Injections for Facial Biorevitalization: A Single-Center, Open-Label, Single-Arm, Uncontrolled, Post-marketing Study. *Cureus*, 17 (8), e90005. <https://doi.org/10.7759/cureus.90005>
- Iranmanesh B, Khalili M, Mohammadi S, Amiri R, Afraatouian M. Employing hyaluronic acid-based mesotherapy for facial rejuvenation. *J Cosmet Dermatol*. 2022; 21 (12): 6605–6618. DOI: 10.1111/jocd.15341
- Qiu H, Xu J, Wu X, et al. Clinical outcomes of intense pulsed light combined with non-crosslinked sodium hyaluronate, tranexamic acid, and vitamin C mesotherapy for facial photoaging: a retrospective study. *J Dermatolog Treat*. 2026; 37 (1): 2609454. DOI: 10.1080/09546634.2025.2609454
- Михайлова Н. П., Знатдинов Д. И., Петрий М. А., Борзова И. В. Гиалуроновая кислота в коррекции возрастных изменений кожи: оптимальные физико-химические характеристики, модификации и персонализированные стратегии. *Медицинский алфавит*. 2025; 1 (23): 108–112. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-23-108-112>
- Mikhailova N. P., Znatdinov D. I., Petriy M. A., Borzova I. V. Hyaluronic acid in the correction of age-related skin changes: optimal physicochemical characteristics, modifications, and personalized strategies. *Medical alphabet*. 2025; 1 (23): 108–112. (In Russ.). <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-23-108-112>
- Селянин М. А. [и др.]. Полисахариды в медицине будущего. Москва: Магистр-пресс. 2015. 254 с.
- Selyanin M. A. [et al.]. *Polysaccharides in medicine of the future*. Moscow: Magistr-press, 2015. 254 p. (In Russ.)
- Saravananumar K, Park S, Santosh SS, et al. Application of hyaluronic acid in tissue engineering, regenerative medicine, and nanomedicine: A review. *Int J Biol Macromol*. 2022; 222 (Pt B): 2744–2760. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2022.10.055
- Mikhailova NP, Znatdinov DI, Borzova IV, Selyanin MA. *Adv Gerontol*. 2025; 38 (3): 427–434.
- Marinho A, Nunes C, Reis S. Hyaluronic Acid: A Key Ingredient in the Therapy of Inflammation. *Biomolecules*. 2021; 11(10):1518. Published 2021 Oct 15. DOI: 10.3390/biom11101518
- Buckley C, Murphy EJ, Montgomery TR, Major I. Hyaluronic Acid: A Review of the Drug Delivery Capabilities of This Naturally Occurring Polysaccharide. *Polymers (Basel)*. 2022; 14 (17): 3442. Published 2022 Aug 23. DOI: 10.3390/polym14173442
- Guan, A. Y., Chen, Y., Tseng, S. C., & Lin, Q. (2025). CD44 signaling in skin wound healing and regeneration. *Journal of translational medicine*, 23 (1), 880. <https://doi.org/10.1186/s12967-025-06913-5>

Статья поступила / Received 22.02.2026

Получена после рецензирования / Revised 10.03.2026

Принята в печать / Accepted 10.03.2026

#### Сведения об авторах

Михайлова Наталья Павловна, к.м.н., старший научный сотрудник<sup>1</sup>.

E-mail: mikhailova@martinex.ru. ORCID: 0009-0005-4494-0170

Круглова Лариса Сергеевна, д.м.н., проф., зав. кафедрой дерматовенерологии и косметологии, ректор<sup>2</sup>. E-mail: krugloval@mail.ru. eLibrary SPIN: 1107-4372. ORCID: 0000-0002-5044-5265

Знатдинов Дамир Ильдусович, научный сотрудник<sup>1</sup>. E-mail: znatdinov@martinex.ru. ORCID: 0009-0001-3227-4415

#### About authors

Mikhailova Natalia P., PhD Med Sci, senior researcher<sup>1</sup>.

E-mail: mikhailova@martinex.ru. ORCID: 0009-0005-4494-0170

Kruglova Larisa S., Dr Med Sci (habil.), professor, head of Dept of Dermatovenereology and Cosmetology, rector<sup>2</sup>. E-mail: krugloval@mail.ru. eLibrary SPIN: 1107-4372. ORCID: 0000-0002-5044-5265

Znatdinov Damir I., researcher<sup>1</sup>. E-mail: znatdinov@martinex.ru. ORCID: 0009-0001-3227-4415

<sup>1</sup> Martinex International Research Center for Innovative Technologies, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Central State Medical Academy of the Administrative Department of the President of the Russian Federation, Moscow, Russia

Corresponding author: Mikhailova Natalia P. E-mail: mikhailova@martinex.ru

Для цитирования: Михайлова Н. П., Круглова Л. С., Знатдинов Д. И. IPL-терапия в геропротекции кожи: актуальные клинические задачи, комбинированные стратегии и терапевтические перспективы. *Медицинский алфавит*. 2026; (3): 14–17. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2026-3-14-17>

For citation: Mikhailova N. P., Kruglova L. S., Znatdinov D. I. IPL-therapy in skin geroprotection: current clinical challenges, combined strategies and therapeutic perspectives. *Medical alphabet*. 2026; (3): 14–17. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2026-3-14-17>