

Плазменная регенерация для омоложения зоны шеи, декольте и рук: исследование нового устройства

Tina S. Alster, врач, и Sailesh Konda, хирург*

ПРЕДПОСЫЛКИ Многие неинвазивные методики омоложения фотостареющей кожи характеризуются недостижимым балансом между эффективностью и наблюдаемыми осложнениями. Потребность в безопасных и эффективных процедурах способствовала появлению технологии плазменной регенерации кожи (PSR). Предварительные исследования были посвящены подробному изучению безопасности и эффективности PSR при лечении кожи лица, однако подобных исследований обработки нелицевых зон проведено не было.

ЦЕЛЬ Настоящее исследование было проведено с целью оценить эффективность и безопасность PSR при лечении умеренной степени фотоповреждения кожи шеи, декольте и тыльной стороны рук.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ Для проведения исследования были отобраны 10 пациентов и 30 участков кожи. Каждая зона была обработана с использованием коммерчески доступной системы PSR. В ходе лечения применялся один из трех ранее установленных параметров энергии импульса. Немедленно после процедуры, а также через 4, 7, 14, 30 и 90 дней после процедуры была проведена клиническая оценка текстуры кожи, пигментации и степени выраженности морщин, фиксировалось наличие и характер побочных эффектов.

РЕЗУЛЬТАТЫ Было отмечено среднее клиническое улучшение в 57%, 48% и 41% в зонах декольте, рук и шеи соответственно. Наблюдалось значительное уменьшение выраженности морщин, сокращение гиперпигментации и увеличение гладкости кожи. Использование более высокой мощности привело к более высоким результатам, однако увеличило время заживления тканей.

ВЫВОДЫ PSR предлагает улучшение состояния кожи шеи, декольте и тыльной стороны рук с умеренной степенью фотоповреждения, при этом обладая ограниченным числом побочных эффектов. Необходимо проведение дальнейших исследований для определения воздействия нескольких сеансов лечения, установления оптимальных параметров и интервалов лечения для каждой зоны, а также продолжительности сохранения клинических результатов.

Финансирование и оборудование для данного исследования были предоставлены Rhytec, Inc.

Фотоповреждение кожи является результатом хронического воздействия ультрафиолетового (УФ) излучения и характеризуется огрубением текстуры кожи, нарушением пигментации, телеангиэктазией, появлением морщин и дряблостью кожи. Гистологические и клинические изменения возникают в результате повреждения структуры ДНК под воздействием УФ-излучения и образовании реактивных форм кислорода. Толчком к разработке безопасных и эффективных методик лечения стала высокая частота наблюдения кожного фотоповреждения среди населения Европы и Северной Америки, большая часть которого обладает светлыми фототипами кожи.

В течение последнего десятилетия для улучшения многих параметров фотоповрежденной кожи с успехом использовались аблятивные и неаблятивные лазеры.^{1,2} Обработка аблятивным лазером, таким как лазер на диоксиде углерода (CO₂) или эрбиевый лазер, проводилась как самостоятельно, так и в сочетании с хирургическими процедурами по подтяжке лица для эффективного лечения кожи.^{3,4} В результате удаления слоя эпидермиса во время подобных аблятивных лазерных шлифовок, пациенты часто сталкивались со значительными осложнениями в процессе реэпителизации, в том числе выраженной эритемой и отеком и риском бактериальной и вирусной инфекции, изменением пигментации, эктропионом и формированием гипертрофических рубцов.^{3, 5-8} Попытки применения аблятивных лазеров на нелицевой коже (например, коже шеи, декольте и тыльной стороны рук) были ограничены значительным замедлением эпителизации и более высоким риском возникновения осложнений в силу ограниченного количества сально-волосяных желез в этих областях. Напротив,

**Оба автора связаны с Вашингтонским институтом дерматологической лазерной хирургии, Вашингтон, округ Колумбия*

© 2007 American Society for Dermatologic Surgery, Inc. (Американское общество дерматологической хирургии) ·
Опубликовано издательством Blackwell Publishing ·
ISSN: 1076-0512 · Dermatol Surg 2007;33:1315-1321 · DOI: 10.1111/j.1524-4725.2007.33282.x

1315

ПЛАЗМЕННАЯ РЕГЕНЕРАЦИЯ КОЖИ

лечение неаблятивным лазером с использованием длин волн дальнего инфракрасного диапазона (например, 1,320-Nd:YAG, диод 1,450-нм) позволяет вызывать контролируемое повреждение дермы без нарушения эпидермиса. Несмотря на то, что лечение неаблятивным лазером обладает минимальным риском возникновения осложнений, оно также оказывает слабо выраженный клинический эффект с минимальным наблюдаемым улучшением атрофических рубцов и морщин.⁹⁻¹¹

Плазменная регенерация кожи (PSR) – новая технология, которая предполагает генерацию плазмы с помощью энергии ионизированного потока газа и дальнейший термический нагрев ткани. Импульс сверхвысокочастотного излучения (ВЧ), подаваемый генератором устройства, преобразует поток газообразного азота в плазму внутри манипулятора. Затем плазма выходит из дистального конца манипулятора устройства и подается на обрабатываемый участок. Возбужденный газ передает тепло на кожу, что приводит к быстрому нагреванию. Во время регенерации дермы увеличивается активность фибробластов, а сохраненный некротизированный эпидермис служит естественной защитой в течение всего процесса формирования нового рогового слоя и эпидермиса. Предварительные клинические исследования показали, что использование системы PSR обеспечивает эффективное лечение кожи лица с минимальными осложнениями;¹²⁻¹⁵ однако на данный момент не было опубликовано ни одного исследования, посвященного результатам обработки нелицевых зон. Поэтому нами было проведено настоящее исследование с целью оценить эффективность и безопасность PSR при лечении умеренной степени фотоповреждения кожи шеи, декольте и рук.

Материалы и методы

Для проведения настоящего проспективного исследования, утвержденного наблюдательным советом организации, были отобраны 30 участков кожи с умеренной степенью фотоповреждения, представляющие собой зоны шеи, декольте и тыльной стороны рук 10 пациентов. Протокол исследования также соответствовал принципам Хельсинкской декларации 1975 г. К участию в исследовании допускались взрослые субъекты любого пола с любым фототипом кожи при наличии умеренного фотоповреждения кожи шеи, декольте и/или тыльной стороны рук. Критериями отсева являлись использование внутренних или внешних кардиостимуляторов или других электронных медицинских приборов, беременность или период лактации, применение изотретиноина в течение 6 месяцев до начала исследования, тенденция к образованию келоидных рубцов, наличие коллагеновых сосудистых болезней или других аутоиммунных заболеваний, выполнение какой-либо процедуры по омоложению рассматриваемых участков кожи в течение предыдущего года либо сопутствующие или текущие дополнительные процедуры лечения кожи (химический пилинг или другие типы лазерной обработки). Исследуемая группа, соответствующая всем критериям включения, состояла из 10 женщин (47-67 лет, средний возраст – 54,4 года, I-IV фототипы кожи).

После получения информированного согласия, на подлежащие обработке участки кожи на 60-90 минут был нанесен местный обезболивающий крем (EMLA, Astra Pharmaceuticals, Уэстборо, штат Массачусетс) и наложена окклюзионная повязка. Затем крем удалялся с поверхности кожи сухой марлей, и каждая зона была обработана импульсами одной из трех установленных мощностей (1,0, 1,5 или 1,8 Дж) с использованием коммерчески доступной системы PSR (Portrait, Rhytec, Уолтем, штат Массачусетс). Все процедуры проводились на тщательно высушенной коже одним оператором (TSA) в течение 5 минут после удаления местного обезболивающего крема. Манипулятор устройства удерживался на расстоянии примерно в 5 мм от поверхности кожи, обработка проводилась с 10-20% наложением областей в один проход. Используемая частота импульсов составила от 1 до 4 Гц по усмотрению оператора. Практически мгновенная генерация плазмы с контролируемой подачей ВЧ-энергии создает отдельные плазменные импульсы, нагревающие ткань. Регулировка ВЧ-мощности и ширины импульса позволяет контролировать оказываемое на ткани воздействие путем изменения подаваемой с каждым импульсом энергии. На практике энергия импульса регулируется в диапазоне от 1 до 4 Дж. Мощность и продолжительность каждого ВЧ-импульса прямо пропорциональны силе плазмы. Нами были выбраны относительно низкие энергии по причине рассмотрения нелицевых зон и ожидаемого более медленного процесса их заживления.

Сразу же после процедуры на обработанные участки кожи наносилась мазь на основе вазелина (Aquaphor, Beiersdorf Inc., Уилтон, штат Коннектикут). Пациенты были проинструктированы о необходимости осторожно очищать кожу с помощью мягкого средства и воды, а также повторно наносить мазь по меньшей мере 3 раза в день. Наклейки марлевые подкладки использовались

исключительно для защиты обработанных участков от воздействия УФ-излучения или трения при ношении одежды. Пациенты должны были сообщать о наличии дискомфорта или какого-либо беспокойства в день операции и в ходе последующих контрольных визитов.

Немедленно после процедуры и на 4, 7, 14, 30 и 90 день после процедуры были сделаны стандартизированные цифровые снимки обработанных участков кожи в условиях одинакового положения, освещения и настроек камеры для всех пациентов. Клиническая оценка текстуры кожи, пигментации, степени выраженности морщин и частоты наблюдения побочных эффектов проводилась в ходе каждого контрольного визита двумя независимыми медицинскими экспертами с использованием стандартизированных балльных шкал.¹²⁻¹⁵ Все клинические оценки были использованы для статистического анализа.

Гистологическое исследование образцов кожи, полученных в ходе штанцевой биопсии (3 мм) всех 30 обработанных участков кожи до и через 90 дней после процедуры, также проводилась сертифицированным дерматопатологом, не располагающим информацией о деталях протокола исследования. Для каждой области были установлены архитектура эпидермиса, толщина, количество и качество реформации кожного коллагена. Помимо окрашивания гематоксилином и эозином, для лучшей демонстрации изменений в кожном коллагене и эластине было проведено окрашивание образцов кожи пикросириусом, не способным к двойному лучепреломлению.

Результаты

Было отмечено среднее клиническое улучшение в 57%, 48% и 41% в зонах декольте, рук и шеи соответственно (Изображения 1-3). Во всех зонах было зафиксировано значительное уменьшение степени выраженности морщин ($p < 0,001$) и гиперпигментации ($p < 0,001$), а также увеличение гладкости кожи ($p < 0,05$) (Таблицы 1-3).

Использование более высоких значений энергии привело к более значительным клиническим улучшениям, однако увеличило продолжительность процесса заживления тканей (14 дней / 7 дней). У всех пациентов наблюдались побочные эффекты в виде эритемы, отека и десквамации. В течение 48 часов после процедуры наблюдалось эпидермальное шелушение с клиническими признаками поверхностной кожной раны. Случаев развития инфекции не было; полная реэпителизация с нормализацией внешней архитектуры кожи наблюдалась в течение нескольких дней. Ни у одного из пациентов не была отмечена гипопигментация или рубцевание в какой-либо обработанной зоне.

ПЛАЗМЕННАЯ РЕГЕНЕРАЦИЯ КОЖИ



Изображение 1. Фотоповрежденная кожа зоны декольте до (А), через 4 дня (В), 14 дней (С) и через 90 дней (D) после одной процедуры PSR. (А и В) Степень выраженности морщин – 4; Степень пигментации – 2. (С и D) Степень выраженности морщин – 2; Степень пигментации – 1.

Гистологическое исследование тканей показало уменьшение высоты эпидермальных гребней и наличие пучков эластина в образцах кожи до обработки. Напротив, в полученных через 90 дней после процедуры образцах кожи наблюдалось утолщение эпидермиса, уменьшение степени солнечного эластаза и увеличение новых отложений коллагена в верхних слоях дермы (Изображение 4).

Комментарий

В рамках настоящего исследования впервые была проведена оценка безопасности и эффективности PSR при лечении нелицевой кожи. Представленные в настоящей статье данные поддерживают положительный омолаживающий эффект процедуры, равно как и ее высокий профиль безопасности при лечении участков кожи, которые, как известно, с трудом подвергаются обработке аблятивными лазерами, в значительной степени по причине ограниченного количества сально-волосяных желез, необходимых для быстрой реэпителизации.

После однократного проведения процедуры на всех трех рассматриваемых областях наблюдались значительные клинические улучшения морщин, составившие 57%, 48% и 41% для зоны декольте, рук и шеи соответственно. Кожная диспигментация также была сокращена до локализованной или пятнистой пигментации. Было отмечено значительное улучшение гладкости обработанной кожи. Субъективная оценка пациентов подтвердила полученные клинические показатели; во всех областях наблюдались длительные положительные эффекты лечения. Интересно отметить, что небольшое (но незначительное) ослабление клинического улучшения было отмечено в зоне тыльной стороны рук через 90 дней после процедуры, что, скорее всего, связано с последовавшим воздействием на эти зоны УФ-излучения. Уменьшение клинического улучшения, наблюдаемое с течением времени, позволяет предположить, что дополнительные процедуры могут помочь укрепить и поддерживать клинический эффект. Несмотря на то, что использование более высоких параметров энергии привело к усилению клинического улучшения, связанное с ним замедление процесса заживления тканей также позволяет предположить, что проведение нескольких обработок при более низких параметрах энергии было бы более клинически эффективно. Ранее проведенные исследования воздействия

нескольких обработок с использованием импульсов низкой энергии продемонстрировали значительное клиническое улучшение с меньшей выраженностью побочных эффектов и более коротким временем восстановления.^{14,15}



Изображение 2. Фотоповрежденная кожа тыльной стороны рук до (А), через 4 дня (В), 14 дней (С) и через 90 дней (D) после процедуры PSR. (А и В) Степень выраженности морщин – 6; Степень пигментации – 2. (С) Степень выраженности морщин – 4; Степень пигментации – 1. (D) Степень выраженности морщин – 3; Степень пигментации – 1.

ПЛАЗМЕННАЯ РЕГЕНЕРАЦИЯ КОЖИ



Изображение 3. Фотоповрежденная кожа зоны шеи до (А), через 4 дня (В), 14 дней (С) и через 90 дней (D) после процедуры PSR. (А и В) Степень выраженности морщин – 5; Степень пигментации – 2. (С и D) Степень выраженности морщин – 3; Степень пигментации – 1.

ТАБЛИЦА 1. Клинические результаты: Степень выраженности морщин*				
Место	До лечения	День после лечения		
		30	90	
Шея	4,2	2,6 ($p<0,001$)	2,7 ($p<0,001$)	
Декольте	3,6	2,1 ($p<0,001$)	2,1 ($p<0,001$)	
Руки	4,1	2,5 ($p<0,001$)	2,4 ($p<0,001$)	
*Степень выраженности морщин: 1 степень = отсутствие морщин; 9 степень = полное покрытие сеткой морщин.				

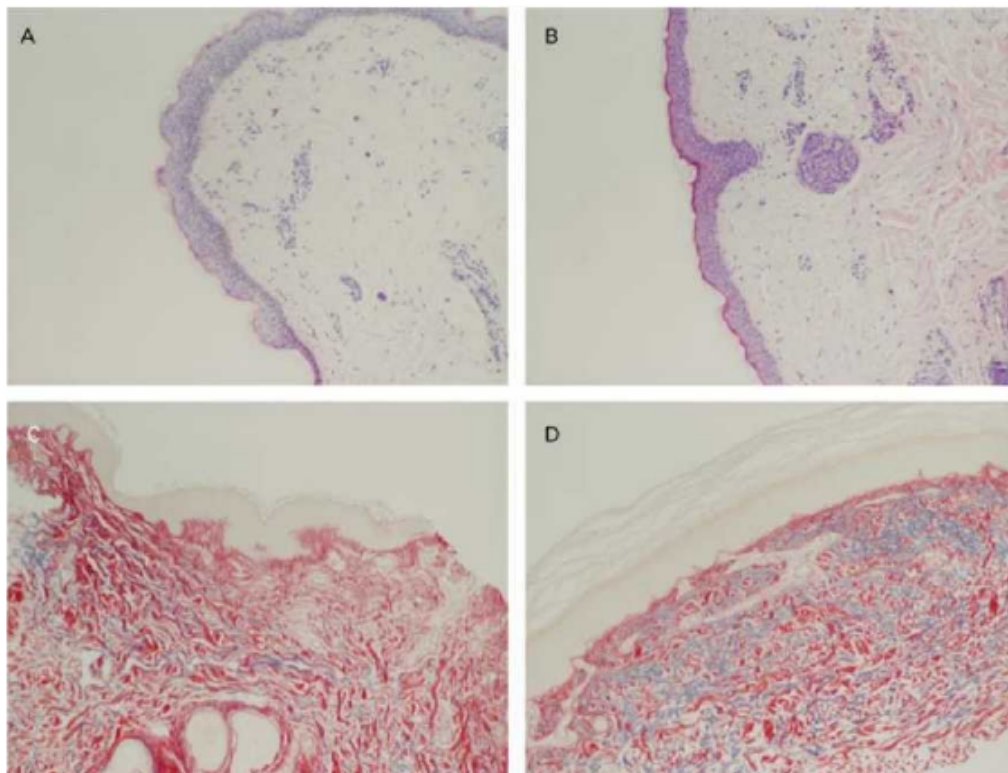
ТАБЛИЦА 2. Клинические результаты: Гиперпигментация*				
Место	До лечения	День после лечения		
		30	90	
Шея	2	0,67 ($p<0,001$)	0,6 ($p<0,001$)	
Декольте	2,3	0,8 ($p<0,001$)	0,75 ($p<0,001$)	
Руки	1,8	0,07 ($p<0,001$)	0,4 ($p<0,001$)	
*Степень гиперпигментации: 0 = отсутствие; 1 = локализованная/пятнистая; 2 = крупные пятна; 3 = умеренная распространенность; 4 = широкая распространенность.				

ТАБЛИЦА 3. Клинические результаты: Гладкость*		
Место	День после лечения	
	30	90
Шея	7,9	8,75
Декольте	7,6	8,75
Руки	8,1	8,45
*Степень гладкости: 0 = очень грубая; 10 = очень гладкая.		

Заключение

PSR может безопасно использоваться при обработке кожи нелицевых зон для достижения омолаживающего эффекта. Аблятивные лазеры обеспечивают достижение максимального клинического эффекта с соответствующим усилением повреждения кожи и степени осложнений, в то время как неаблятивные лазеры предлагают минимальный клинический эффект с минимальными

осложнениями. Новая технология PSR является своеобразным компромиссом между двумя методами лечения, который предлагает пациентам высокие клинические результаты, сопоставимые с эффектом аблятивного лазера, и при этом гарантирует минимальный риск осложнений, аналогичный неаблятивным методикам. Необходимо проведение дальнейших исследований для определения воздействия нескольких сеансов лечения, установления оптимальных параметров и интервалов лечения для каждой зоны, а также продолжительности сохранения клинических результатов.



Изображение 4. Гистологическое исследование (окраска гематоксилином и эозином; исходное увеличение $\times 100$) кожи зоны декольти на момент перед процедурой демонстрирует уменьшение высоты эпидермальных гребней, пигментацию дермоэпидермального соединения и дермальный эластоз (А). После проведения лечения в верхних слоях дермы наблюдается нормализация эпидермиса, минимальный эластоз и увеличение числа ретикулярных коллагеновых волокон (В). Окрашивание образцов кожи на эластиновые волокна (исходное увеличение $\times 100$) показывает увеличение числа и размера эластиновых волокон через 90 дней после процедуры (D) по сравнению с состоянием до процедуры (C).

Использованная литература

1. Alster TS, Tanzi EL. Laser skin resurfacing: ablative and nonablative. In: Robinson J, Sengelman R, Siegel DM, Hanke CM, editors. *Surgery of the skin*. Philadelphia: Elsevier; 2005. p. 611-24.
2. Alster TS, Doshi S. Ablative and non-ablative laser skin resurfacing. In: Burgess C, editor. *Cosmetic dermatology*. Heidelberg: Springer-Verlag; 2005. p. 111-26.
3. Alster TS. Cutaneous resurfacing with CO₂ and erbium: YAG lasers: preoperative, intraoperative and postoperative considerations. *Plast Reconstr Surg* 1999;103:619-32.
4. Alster TS, Doshi SN, Hopping SB. Combination surgical lifting with ablative laser skin resurfacing of facial skin: a retrospective analysis. *Dermatol Surg* 2004;30:1191-5.
5. Nanni CA, Alster TS. Complications of carbon dioxide laser resurfacing. *Dermatol Surg* 1998;24:315-20.
6. Tanzi EL, Alster TS. Side effects and complications of variable- pulsed erbium: YAG laser skin resurfacing: extended experience with 50 patients. *Plast Reconstr Surg* 2003;111:1524-9.
7. Alster TS, Lupton JR. Complications of laser skin resurfacing. *Facial Plast Surg Clin N Am* 2000;8:163-72.
8. Tanzi EL, Alster TS. Single-pass CO₂ vs. multiple-pass Er:YAG laser skin resurfacing: a comparison of postoperative wound healing and side effect rates. *Dermatol Surg* 2003; 29:80-4.

ПЛАЗМЕННАЯ РЕГЕНЕРАЦИЯ КОЖИ

9. Alster TS, Lupton JR. Are all infrared lasers equally effective in skin rejuvenation? *Semin Cutan Med Surg* 2002;21:274-9.
10. Tanzi EL, Williams CM, Alster TS. Treatment of facial rhytides with a nonablative 1450 nm diode laser: a controlled clinical and histologic study. *Dermatol Surg* 2003;29:124-8.
11. Tanzi EL, Alster TS. Comparison of a 1450-nm diode laser and a 1320-nm Nd: YAG laser in the treatment of atrophic facial scars: a prospective clinical and histologic study. *Dermatol Surg* 2004;30:152-7.
12. Tremblay JR, Fitzpatrick R, Lee S, et al. Repeated non-ablative plasma skin resurfacing (PSR) for full-face photorejuvenation: a double-center open-label study. *Lasers Surg Med Suppl* 2005;17:22.
13. Kilmer S, Fitzpatrick R, Bernstein E, Brown D. Long term follow-up on the use of plasma skin regeneration (PSR) in facial rejuvenation procedures. *Lasers Surg Med Suppl* 2005;17:23.
14. Bogle MA, Arndt KA, Dover JS. Evaluation of plasma skin regeneration technology in low-energy full-facial rejuvenation. *Arch Dermatol* 2007;143:168-74.
15. Kim KH, Bernstein LJ, Chapas A, Geronemus RG. Use of the PSR technology at low fluence for full facial rejuvenation. *Lasers Surg Med Suppl* 2006;18:20.

Адрес для корреспонденции и запросов на переиздание: Tina S. Alster, врач, Washington Institute of Dermatologic Laser Surgery (Вашингтонский институт дерматологической лазерной хирургии), 1430 K Street NW Suite 200, Вашингтон, округ Колумбия; e-mail: talster@skinlaser.com