

Мохаммед Ибрагим Аль-Джассер<sup>1, 2, 3</sup>, Яссер А. Гобара<sup>4</sup>, Абдулазиз Мадани<sup>5</sup>, Мохаммед Г. Туркмани<sup>4</sup>, Фахад М. Алсаиф<sup>4</sup>, Ахмед Алисса<sup>4</sup>, Наиф Алномайр<sup>6, 7</sup>

<sup>1</sup> Медицинский колледж, Университет наук о здоровье короля Сауда бин Абдулазиза, Эр-Рияд, Саудовская Аравия

<sup>2</sup> Международный медицинский исследовательский центр имени короля Абдаллы, Эр-Рияд, Саудовская Аравия

<sup>3</sup> Отделение дерматологии, Министерство здравоохранения Национальной гвардии, Эр-Рияд, Саудовская Аравия

<sup>4</sup> Клиника Derma, Эр-Рияд, Саудовская Аравия

<sup>5</sup> Кафедра дерматологии, Медицинский колледж, Университет короля Сауда, Эр-Рияд, Саудовская Аравия

<sup>6</sup> Noya Clinics, Эр-Рияд, Саудовская Аравия

<sup>7</sup> Кафедра дерматологии, Университет Альфайсал, Эр-Рияд, Саудовская Аравия

## Необычные изменения цвета татуажа бровей после лазерного воздействия: ретроспективная серия случаев

**АБСТРАКТ.** Парадоксальное потемнение — известное осложнение лазерного удаления татуировок, однако другие варианты изменения цвета описаны реже. Целью работы было описать необычные цветовые сдвиги татуажа бровей после лазерной терапии. Проанализированы все случаи изменения цвета бровей после лазерного лечения в двух дерматологических клиниках. Выявлено 10 женщин, у которых в течение нескольких дней после первого сеанса с использованием пикосекундных лазеров 755 нм ( $n = 5$ ) и 1064 нм ( $n = 4$ ) и наносекундного Q-switched Nd:YAG-лазера 1064 нм ( $n = 1$ ) татуаж изменил цвет: у 8 — на красный/оранжево-красный, у 2 — на желтый. Шесть пациенток получили дополнительное лечение: двоим проводили повторные сеансы пикосекундным (PS) лазером 755 нм, четырем — PS-лазером 532 нм, с выраженным клиническим улучшением; после первого сеанса PS-532 нм у трех татуаж стал желтым. Парадоксального потемнения светлого пигмента не отмечено. Татуаж бровей может становиться красным, оранжевым или желтым после лазера и, как правило, поддается коррекции с помощью PS-лазера 532 нм.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** лазер, татуаж бровей, косметический татуаж, парадоксальное потемнение, изменение цвета, цветовой сдвиг, красный, оранжево-красный, желтый

### ВВЕДЕНИЕ

Удаление татуажа в основном выполняется с помощью лазерных технологий благодаря их селективному действию: лазерное излучение прицельно разрушает частицы пигмента, минимально повреждая окружающую неповрежденную кожу [1, 2]. Чаще всего для удаления татуировок используют александритовый лазер 755 нм, калий-титанилфосфатный (КТР) лазер 532 нм и Q-switched (QS) Nd:YAG-лазер 1064 нм. Большинство таких систем генерируют короткие наносекундные импульсы; в последние годы разрабо-

таны пикосекундные (PS) лазеры, демонстрирующие высокую эффективность и благоприятный профиль безопасности [3].

Несмотря на то что лазерная терапия считается методом выбора для удаления татуировок, она может сопровождаться различными осложнениями [4, 5]. Одним из хорошо известных побочных эффектов является парадоксальное потемнение пигмента после лазерного воздействия [6, 7], которое чаще наблюдается при татуировках розового, красного, телесного и белого цвета [8]. Этот феномен обусловлен лазер-индуцированными химическими превращениями соединений железа или титана, входящих в состав таких пигментов, и нередко приводит к выраженному недовольству пациентов; поэтому до обработки всей татуировки настоятельно рекомендуется сна-

© AlJasser M.I., Ghobara Y.A., Madani A. et al. Unusual color changes of eyebrow tattoo after laser: a retrospective case series. Photobiomodul Photomed Laser Surg 2025; 43(6): 240–244. Перевод, переработка и публикация в соответствии с лицензией Creative Commons Attribution License.

чала провести пробное лазерное воздействие на небольшом участке (тест-зону). Помимо парадоксального потемнения, другие варианты изменения цвета татуировок после лазерного воздействия описаны намного реже [9, 10]. Мы наблюдали случаи, когда пигмент бровей менял окраску с черной или темно-коричневой на красную, оранжевую или желтую. Цель настоящего исследования — представить серию наблюдений необычной смены цвета косметического татуажа бровей после лазерной терапии.

## МЕТОДЫ

Проведен ретроспективный анализ медицинской документации в двух дерматологических клиниках. Протокол одобрен локальным этическим комитетом Международного медицинского исследовательского центра короля Абдаллы (№ IRB/1170/22); в силу ретроспективного характера работы комитет отказался от необходимости получения информированного согласия. Исследование выполнялось в соответствии с Хельсинкской декларацией, все данные были деперсонифицированы.

В анализ включали все случаи изменения цвета татуажа бровей на красный, оранжевый или желтый после лазерного лечения. Оценивали возраст, пол, фототип кожи, тип татуажа (классический татуаж или микроблейдинг), а также количество нанесенных слов пигмента в одной зоне. Дополнительно фиксировали точный характер изменения цвета, параметры лазера, при которых оно возникло, и интервал между сеансом и появлением нового оттенка. Также документировались настройки лазера, применявшиеся для последующей коррекции возникшего изменения цвета.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Было выявлено 10 пациенток с нетипичным осветлением цвета татуажа после лазерного воздействия (см. **таблицу**). Средний возраст составил 33,4 года. У большинства женщин на каждом участке был нанесен только один слой пигмента; лишь у трех татуаж был выполнен методом микроблейдинга.

Все пациентки отмечали изменение окраски через несколько дней после первого сеанса лазерного лечения. Цветовой сдвиг возникал после воздействия PS-лазера 755 нм ( $n = 5$ ), PS-лазера 1064 нм ( $n = 4$ ) и QS-лазера 1064 нм ( $n = 1$ ). Исходно у 8 пациенток наблюдался переход в красный или оранжево-красный оттенок (**рис. 1, 2**), у 2 — в желтый (**рис. 3**).

Коррекционное лечение изменения цвета проводилось 6 пациенткам, у всех был красный или оранжево-красный сдвиг. Лазер PS 755 нм применяли для удаления остаточного черного пигмента у 2 па-

циенток; у одной из них одновременно значительно уменьшилась и выраженность оранжево-красного оттенка. Четырем пациенткам выполняли терапию PS-лазером 532 нм, во всех случаях достигнуто > 75% улучшения. После первого сеанса PS 532 нм у трех пациенток татуаж приобрел желтый оттенок. Ни у одной из пациенток не отмечено парадоксального потемнения светлого татуажа после дополнительного лазерного воздействия.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Парадоксальное потемнение пигмента — хорошо описанное осложнение при работе с некоторыми цветами, особенно косметическими татуировками [4, 5]; оно преимущественно наблюдалось после применения наносекундных QS-лазеров и, по более новым данным, пикосекундных систем (PS) [11] и может поддаваться коррекции абляционной лазерной шлифовкой [12] либо повторными сеансами QS- [13] или PS-лазеров [14].

Другие варианты цветового сдвига описаны гораздо реже [9, 10]. В нашей серии у 10 пациенток в течение нескольких дней после первого сеанса отмечалось необычное осветление татуажа бровей: у 8 цвет стал красным или оранжево-красным, у 2 — желтым. В исследовании Hartman N. и соавт. [15] при лечении 33 пациентов с косметическими татуировками лазером PS Nd:YAG у 9 из 21 татуажа бровей (43%) после первой процедуры PS 1064 нм регистрировались схожие изменения цвета, возникавшие примерно через 20 мин после исчезновения немедленного «отбеливания»; чаще появлялся оранжево-красный оттенок, реже — желтый или розовый, причем подводка век и татуаж губ такого эффекта не демонстрировали. В другой работе, включавшей 76 пациентов с татуажем бровей и век, у 26,3% после первого сеанса наблюдалось изменение цвета на красный, оранжевый, желтый, зеленый или синий [16]; большинство зон первоначально обрабатывали PS-лазерами 755 нм, 532/1064 нм или их комбинацией.

Точный механизм формирования более светлого оттенка остается неясным. Пигменты для бровей обычно представляют собой смесь черных, красных и желтых компонентов, создающую черно-коричневый цвет [15]. Вероятно, лазер преимущественно разрушает черный пигмент, «демаскируя» подлежащие оранжево-красные или желтые тона [16]. У большинства наших пациенток татуаж выполнялся классическим методом, поэтому вклад микроблейдинга как фактора риска представляется меньшим; при этом состав красителей был неизвестен, что также могло способствовать атипичной реакции.

Продолжительность существования татуировки также может иметь значение. Известно, что татуаж

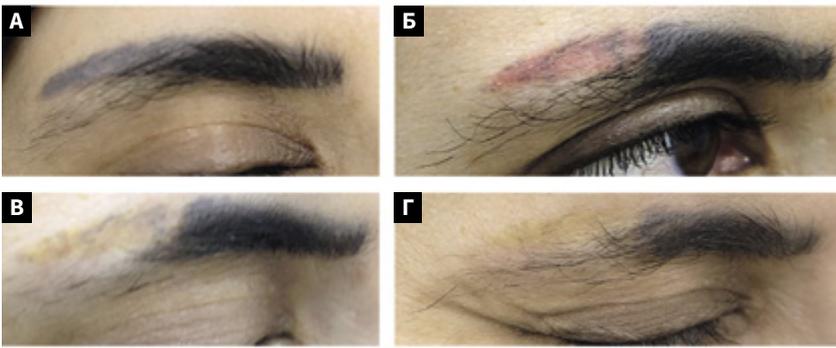
**ТАБЛИЦА.** Характеристики 10 женщин с необычным более светлым цветовым сдвигом после лазерной обработки бровей

№	ВОЗРАСТ, ГОДЫ	ТИП КОЖИ	КОЛИЧЕСТВО СЛОВЕВ ТАТУИРОВКИ, ВЫПОЛНЕННЫХ НА ОДНОМ УЧАСТКЕ	ТИП ТАТУИРОВКИ	ЛАЗЕРНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ТАТУИРОВКИ	ЦВЕТОВОЙ СДВИГ	ЛАЗЕРНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ЦВЕТА	РЕЗУЛЬТАТ ЛЕЧЕНИЯ
1	42	III	1	Микроблейдинг	PS 755 нм, 3 мм, 2,83 Дж/см <sup>2</sup>	Красный	PS 532 нм, 2 мм, 0,64 Дж/см <sup>2</sup>	Улучшение > 75%
2	26	III	1	Микроблейдинг	PS 755 нм, 3,5 мм, 2,08 Дж/см <sup>2</sup>	Оранжево-красный	PS 532 нм, 2 мм, 0,64 Дж/см <sup>2</sup> , 2 сеанса	Улучшение > 75%. Пожелтела после первого сеанса
3	27	III	3	Классический	PS 755 нм, 2,7 мм, 3,14 Дж/см <sup>2</sup>	Красный	Пациентка потеряна для последующего наблюдения	Н/Д
4	24	IV	1	Классический	QS 1064 нм, 4 мм, 5,5 Дж/см <sup>2</sup>	Красный	PS 755 нм, 3,5 мм, 2,08 Дж/см <sup>2</sup> , 2 сеанса	Оставшийся черный цвет улучшен на > 90%. Запланирован PS 532 для удаления оставшегося красного цвета, но пациентка потеряна для последующего наблюдения
5	44	IV	2	Классический	PS 755 нм, 2,9 мм, 3,03 Дж/см <sup>2</sup>	Оранжево-красный	PS 755 нм, 3 мм, 2,83 Дж/см <sup>2</sup> , 2 сеанса	> 75% устранения остатков черного и оранжево-красного цвета
6	25	IV	2	Классический	PS 755 нм, 2,9 мм, 3,03 Дж/см <sup>2</sup>	Желтый	Не лечился	Пациентку не беспокоил оставшийся слабый желтый цвет
7	27	III	1	Классический	PS 1064 нм, 4 мм, 2,4 Дж/см <sup>2</sup>	Оранжево-красный	PS 532 нм, 2 мм, 1 Дж/см <sup>2</sup> , 1 сеанс	Улучшение > 75%. Стал желтым
8	45	III	1	Микроблейдинг	PS 1064 нм, 4 мм, 2 Дж/см <sup>2</sup>	Оранжево-красный	PS 532 нм, 4 мм, 0,8 Дж/см <sup>2</sup> , 3 сеанса	Улучшение > 75%. Пожелтел после первой процедуры
9	24	III	1	Классический	PS 1064 нм, 6 мм, 1 Дж/см <sup>2</sup>	Желтый	Потерян для последующего наблюдения	Н/Д
10	50	III	Неизвестно	Классический	PS 1064 нм, 6 мм, 1,4 Дж/см <sup>2</sup>	Оранжево-красный	Потерян для последующего наблюдения	Н/Д

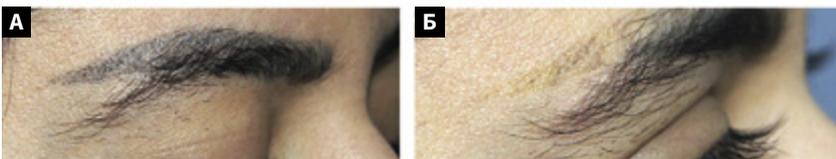
**Примечание.** Н/Д — нет данных; PS — пикосекундный; QS — Q-switched.



**РИС. 1.** Пациентка № 7: А — черный татуаж бровей; Б — татуаж стал оранжево-красным после одного сеанса пикосекундного 1064 нм лазера; В — значительное улучшение оранжево-красного цвета после одного сеанса пикосекундного лазера 532 нм. Обратите внимание на оставшийся желтый цвет



**РИС. 2.** Пациентка № 8: А — татуаж бровей черным цветом; Б — татуаж стал оранжево-красным после одного сеанса пикосекундного лазера 1064 нм; В — оранжево-красный цвет значительно поблек после первого сеанса пикосекундного лазера 532 нм, но стал желтым; Г — заметное уменьшение яркости оставшегося желтого цвета после третьего сеанса пикосекундного лазера 532 нм



**РИС. 3.** Пациентка № 9: А — черный татуаж бровей; Б — татуаж стал желтым после одного сеанса пикосекундного лазера 1064 нм

бровей со временем может выцветать до оранжево-красного оттенка [17, 18]. Возможно, что у более старых татуировок вероятность такого изменения цвета после лазерного воздействия выше, чем у более свежих [17, 18]. Еще одним потенциальным фактором может быть длительность импульса [15, 16]. В наших наблюдениях и в ранее опубликованных случаях характерный сдвиг цвета чаще всего возникал после применения пикосекундного (PS) лазера [15, 16]. Можно предположить, что сверхкороткая длительность импульса PS лазера способствует селективному удалению черного пигмента [15, 16]. Вместе с тем, у одного из наших пациентов оранжево-красный оттенок появился после лечения QS наносекундным лазером 1064 нм [15, 16]. Кроме того, Jimenez G. и соавт. описали сдвиг цвета татуажа бровей в оранжево-зеленый после воздействия Q-switched лазером 1064 нм [9].

Несмотря на то что этот феномен был психологически тяжелым для пациенток, те, кто прошли коррекцию PS-лазером 532 нм, в целом остались удовлетворены результатами; аналогичные данные приводятся и в других работах [15, 16]. В наших случаях оранжево-красный оттенок обычно становился желтым после первого сеанса PS-лазера 532 нм, а последующее лечение приводило к прогрессирующему осветлению. Это соответствует недавнему описанию пациентки с татуажем бровей, пожелтевшим после лазерной терапии: серия из четырех PS-лазерных

процедур (532 нм) привела к почти полному исчезновению желтого пигмента [19].

Исследование имеет ограничения: включено небольшое число наблюдений, и анализировались только случаи с необычным изменением цвета, что не позволяет оценить общую частоту осложнения, поскольку общее число обработанных лазером татуажей бровей неизвестно. Дополнительно отсутствуют систематические данные о давности татуажа, которая может быть важным фактором риска. Определение predisposing факторов и механизмов этого явления крайне важно; будущие работы с большим объемом выборки и сравнением пациентов с изменением цвета и без него помогут уточнить риски. Дополнительную информацию могут дать неинвазивные методы, такие как диффузная отражательная спектроскопия [20, 21], рамановская спектроскопия [22] и мультифотонная микроскопия [23].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе описана серия случаев необычного осветления татуажа бровей после лазерного воздействия. Этот феномен имеет многофакторную природу и освещен в литературе недостаточно. Дальнейшие исследования помогут лучше понять механизмы цветового сдвига и улучшить подходы к коррекции косметического татуажа бровей.



### ГАЙДАШ Наталья Владимировна

Главный редактор журнала «Аппаратная косметология»

К. м. н., дерматовенеролог, косметолог, специалист по лазерным технологиям, руководитель медицинского центра «ТриАктив»

Энтузиазм, с которым многие когда-то делали татуировки, со временем обернулся запросом на их удаление. Причем речь идет не только о татуировках на теле, но в значительной степени — об эстетическом татуаже. И, к сожалению, проблема касается не только цветных пигментов, которые сложнее поддаются удалению, но и темных (коричневых, черных, синих) — в том числе из-за риска нежелательных изменений оттенка.

Появление пикосекундных лазеров стало заметным шагом вперед: по сравнению с наносекундными системами они часто позволяют добиться результата

за меньшее число процедур и с меньшей выраженностью нежелательных эффектов. Однако риск трансформации цвета пигмента сохраняется.

На мой взгляд, абляционный подход к удалению татуировок как самостоятельный метод чаще нельзя считать оправданным: он травматичен и плохо контролируем и может приводить к стойким повреждениям кожи и рубцам. Фракционный абляционный режим иногда улучшает результаты в сочетании с пико- или наносекундными лазерами, но не всегда эффективен при пигментах, склонных к изменению цвета.

### ЛИТЕРАТУРА

- Anderson R.R., Parrish J.A. Selective photothermolysis: precise microsurgery by selective absorption of pulsed radiation. *Science* 1983; 220(4596): 524–527.
- Tanzi E.L., Lupton J.R., Alster T.S. Lasers in dermatology: four decades of progress. *J Am Acad Dermatol* 2003; 49(1): 1–31; quiz 31–34.
- Torbeck R.L., Schilling L., Khorasani H., et al. Evolution of the picosecond laser: A review of literature. *Dermatol Surg* 2019; 45(2): 183–194.
- Alster T.S., Li M.K. Dermatologic laser side effects and complications: Prevention and management. *Am J Clin Dermatol* 2020; 21(5): 711–723.
- Holzer A.M., Burgin S., Levine V.J. Adverse effects of Q-switched laser treatment of tattoos. *Dermatol Surg* 2008; 34(1): 118–122.
- Anderson R.R., Geronemus R. et al. Cosmetic tattoo ink darkening. A complication of Q-switched and pulsed-laser treatment. *Arch Dermatol* 1993; 129(8): 1010–1014.
- Peach A.H., Thomas K., Kenealy J. Colour shift following tattoo removal with Q-switched Nd-YAG laser (1064/532). *Br J Plast Surg* 1999; 52(6): 482–487.
- Lee C.N., Bae E.Y., Park J.G., Lim S.H. Permanent makeup removal using Q-switched Nd:YAG laser. *Clin Exp Dermatol* 2009; 34(8): e594–e596.
- Jimenez G., Weiss E., Spencer J.M. Multiple color changes following laser therapy of cosmetic tattoos. *Dermatol Surg* 2002; 28(2): 177–179.
- De Cuyper C. Complications of cosmetic tattoos. *Curr Probl Dermatol* 2015; 48: 61–70.
- Kang S.H., Park S.J., Park J.W., et al. Paradoxical darkening following picosecond laser and successful treatment. *Clin Exp Dermatol* 2021; 46(6): 1128–1129.
- Richer V., Lui H. Carbon dioxide laser correction of an occult camouflage tattoo unintentionally darkened by Q-switched laser exposure. *Dermatol Surg* 2015; 41(9): 1091–1093.
- Fitzpatrick R.E., Lupton J.R. Successful treatment of treatment-resistant laser-induced pigment darkening of a cosmetic tattoo. *Lasers Surg Med* 2000; 27(4): 358–361.
- Bae Y.S., Alabdulrazzaq H., Brauer J., Geronemus R. Successful treatment of paradoxical darkening. *Lasers Surg Med* 2016; 48(5): 471–473.
- Hartman N., Loyal J., Borsack S., et al. Retrospective review of the laser removal of facial cosmetic tattoos. *Dermatol Surg* 2023; 49(6): 559–565.
- Kream E., Jairath N., Bajaj S., et al. Laser removal of eyeliner and eyebrow tattoos: Chart review, experiences, and learnings. *J Clin Aesthet Dermatol* 2023; 16(11): 47–49.
- Guedes R., Leite L. Removal of orange eyebrow tattoo in a single session with the Q-switched Nd:YAG 532-nm laser. *Lasers Med Sci* 2010; 25(3): 465–466.
- Casparian J.M., Krell J. Using a side effect to therapeutic advantage: The darkening of red eyebrow tattoo pigment following Q-switched laser treatment. *Dermatol Surg* 2000; 26(3): 255–258.
- Swali R.N., Guda A., Friedman P.M. Yellow is the new red: Clearance of a yellow microbladed tattoo with a 532-nm picosecond laser. *Dermatol Surg* 2025; 51(5): 559–561.
- Babadi M., Mohajerani E., Ataie-Fashtami L., et al. Quantitative analysis of skin erythema due to laser hair removal: a diffusion optical spectroscopy analysis. *J Lasers Med Sci* 2019; 10(2): 97–103.
- Golmajer Zima N., Verdel N., Lukač M., Majaron B. Objective monitoring of laser tattoo removal in human volunteers using an innovative optical technique: a proof of principle. *Lasers Surg Med* 2023; 55(8): 724–733.
- Darvin M.E., Schleusener J., Parenz F., et al. Confocal Raman microscopy combined with optical clearing for identification of inks in multicolored tattooed skin in vivo. *Analyst* 2018; 143(20): 4990–4999.
- Nguyen L. et al. In vivo visualisation of tattoo particles using multiphoton tomography and fluorescence lifetime imaging. *Exp Dermatol* 2022; 31(11): 1712–1719.