

УДК 616.5-076:661.882

DOI: 10.14427/jipai.2020.1.55

Фотодерматит у пациентов, имеющих татуировку и сенсибилизацию к диоксиду титана

Н.С. Аляхнович¹, А.Н. Млявый², В.В. Янченко¹¹ Витебский государственный медицинский университет, г. Витебск² Витебское областное клиническое патологоанатомическое бюро, г. Витебск

Photodermatitis in patients with tattoos and sensitization to titanium dioxide

N.S. Aliakhnovich¹, A.N. Mlyavy², U.V. Yanchenko¹¹ Vitebsk State Medical University, Vitebsk² Vitebsk Regional Clinical Pathological Bureau, Vitebsk

Аннотация

Описан фотодерматит у пациентов, имеющих татуировку и сенсибилизацию к диоксиду титана (TiO₂).

Цель. Обследование пациентов с фотодерматитом после татуировки.

Материалы и методы. Проводились сбор анамнеза, объективный осмотр, пероральный провокационный тест с 2 мг TiO₂ с оценкой миелопероксидазной активности ротовой жидкости и фенотипированием лимфоцитов крови, изучение поверхностных маркеров на лейкоцитах крови после инкубации цельной крови с суспензией TiO₂, прик-тесты с суспензией TiO₂ в физиологическом растворе и аутоыворотке, микроскопия биоптатов кожи, фотопроба.

Результаты. Женщина 32 лет (Т1) и мужчина 33 лет (Т2) обратились с жалобами на зуд, гиперемию кожи, волдыри и экссудацию с корочками в местах татуированной кожи после нахождения на солнце, отсроченное заживление татуировок после использования красок с TiO₂. Обследование показало, что пероральный провокационный тест с TiO₂ был положительным со значимым приростом миелопероксидазной активности ротовой жидкости (+45,6% и +61,8%) и снижением (более 30%) экспрессии CD14 на моноцитах (-46%), снижением плотности рецепторов к IL10⁺ на лимфоцитах (-36%) у Т1, и у обоих пациентов – уменьшением CD19⁺CD154⁺-В-лимфоцитов (-66%, -41%) и FcεR1⁺-эозинофилов крови (-74%, -48%). In vitro TiO₂ вызывал аналогичное снижение CD19⁺CD154⁺-В-лимфоцитов (-85%, -34%) и FcεR1⁺-эозинофилов крови (-78%, -53%) в крови у обоих пациентов, а также у Т1 уменьшал количество IL10, связанного с рецепторами, на лимфоцитах (-29%), плотность CD14 на моноцитах (-45%) и на клетках крови (-44%), у Т2 – повышал количество IL10⁺CD19⁺-лимфоцитов (+33%). Прик-тесты были отрицательными через 15 мин, 12 и 24 часа. При микроскопии биоптатов кожи вокруг пигмента татуировок определялись волокна эластина со скоплением краски под

Summary

Photodermatitis has been described in patients with a tattoo and sensitization to titanium dioxide (TiO₂).

Aim. The examination of the patients with photodermatitis after tattoo.

Materials and methods. After anamnesis was taken, an objective examination was performed, as well as an oral provocation test with 2 mg of TiO₂ with assessment of oral fluid myeloperoxidase activity and phenotyping of blood lymphocytes. The study of blood leukocytes surface markers after incubation of whole blood with a suspension of TiO₂, prik-tests with a suspension TiO₂ in saline and autoserum, microscopy of skin biopsy specimens and photoprobe were conducted.

Results. A 32-year-old woman (T1) and a 33-year-old man (T2) complained of itching, flushing of the skin, blisters and exudation with crusts in places of tattooed skin after exposure to the sun, and delayed healing of tattoos after using paints with TiO₂. The examination showed that oral provocation test with TiO₂ was positive with a significant increase in oral fluid myeloperoxidase activity (+45.6% and +61.8%) and a decrease (more than 30%) of CD14 expression on monocytes (-46%), IL10 bound to receptors on lymphocytes (-36%) in T1, and in both patients – a decrease in CD19⁺CD154⁺-B-lymphocytes (-66%, -41%) and FcεR1⁺-eosinophils in blood (-74%, -48%). In vitro, TiO₂ caused a similar decrease in CD19⁺CD154⁺-B-lymphocytes (-85%, -34%) and FcεR1⁺-eosinophils (-78%, -53%) in blood in both patients, as well as it reduced the density of CD14⁺-monocytes in T1 (-45%), IL10 bound to receptors on lymphocytes (-29%) in T1 and increase the number of IL10⁺CD19⁺-lymphocytes (+33%) in T2. Prick-tests were negative after 15 minutes, 12 and 24 hours. Microscopy of skin biopsy samples around the tattoo pigment revealed elastin fibers with a buildup of paint under the epidermis and in the area of the external structures of the sweat ducts in the dermis. After the UV-insolation (6 min in solarium), a pronounced aggravation of the reaction with exudation and

эпидермисом и в области наружных структур потовых протоков в дерме. После фотопробы (время инсоляции – 6 мин) наблюдалось выраженное обострение реакции с экссудацией и корками по всему телу.

Выводы. Воздействие солнечных лучей на места татуировок может быть триггером для возникновения немедленной аллергической реакции в сенсibilизированном организме. У пациентов подтверждена сенсibilизация к TiO_2 в ППТ по увеличению миелопероксидазной активности ротовой жидкости и уменьшению количества $Fc\epsilon R1^+$ -эозинофилов и $CD19^+CD154^-$ -В-лимфоцитов крови. При микроскопии биоптатов кожи обнаружен очаговый эластоз вокруг мест скопления пигмента.

Ключевые слова

Татуировка, диоксид титана, пероральный провокационный тест, биопсия кожи, прик-тест.

Введение

Сегодня 36% людей моложе 40 лет имеют хотя бы одну татуировку и многие делают ее в возрасте 16–20 лет [1, 2]. Помимо опасности инфицирования через нестерильный инструментарий, определенный интерес представляют татуировочные чернила и их влияние на человека. Большинство красок, используемых для татуировок, состоит из плохо растворимых пигментов, диспергированных в воде, в комплексе с различными добавками, такими как формулянты, диспергаторы и консерванты. В качестве красителей используют соли и оксиды металлов: титан, алюминий, медь, барий, тогда как сурьма, мышьяк, кадмий, хром, кобальт, свинец и никель, иногда определяемые в коммерческих красках, являются загрязняющими веществами [3]. Кроме того, применяются органические красители – полиароматические соединения, биокинетика и токсичность которых редко тестируются при использовании внутрикожно [4]. По данным исследования у 27% из 300 молодых людей с татуировками в первые 3 месяца имелись жалобы, связанные с фотосенсibilизацией, отеком и зудом кожи [5].

Наиболее распространенные ингредиенты красок – это сажа (черный уголь) и диоксид титана (TiO_2) [4]. При этом TiO_2 является одним из пяти инженерных наноматериалов, наиболее часто используемых в фармацевтической промышленности, повседневных потребительских товарах [6], включая продукты питания, косметику, средства бытовой химии (рис. 1).

Средний размер частиц в красках для татуировок может варьироваться от менее 100 нм до 1 мкм в диаметре [7], то есть входит в наноразмерный диапазон. Учитывая высокую активность и способность наночастиц проникать через кле-

crusts throughout the body was observed.

Conclusions. Exposure to sunlight in the place of tattoos can be a trigger for immediate allergic reaction in a sensitized body. In patients, sensitization to TiO_2 in OPT was confirmed by increase oral fluid myeloperoxidase activity and decrease the number $Fc\epsilon R1^+$ -eosinophils and $CD19^+CD154^-$ -B-lymphocytes in blood. Focal elastosis was found around the pigment accumulation sites by microscopy of the skin.

Keywords

Tattoo, titanium dioxide, oral provocative test, skin biopsy,

точные мембраны, стоит ожидать отрицательные реакции после татуировок у чувствительных лиц. Так, показано, что жизнеспособность фибробластов кожи под действием краски, содержащей TiO_2 , в течение 7 дней достоверно снижается. Причем воздействие чернил с уменьшенным размером частиц после фильтрации оказывало более выраженный цитотоксический эффект [8].

Гранулематозные воспалительные реакции на инородный материал являются одними из основных неинфекционных побочных эффектов, возникающих после нанесения татуировки [9, 10]. Другие проблемы связаны с потенциальной фототоксичностью и возможными метаболическими превращениями ингредиентов чернил татуировки в токсичные вещества, в том числе при лазерном удалении [3]. Например, анатаза (одна из структурных форм диоксида титана) под действием солнечных лучей способствует образованию активных форм кислорода, что, в свою очередь, приводит к воспалению с клиникой гиперемии, высыпаний и зуда кожи, и, как следствие, замедленному заживлению повреждений кожи после татуировки [11].

Кроме того, вероятны аллергические реакции на металлы и их смеси, входящие в состав красок по типу контактного дерматита [12, 13]. Некоторыми авторами описывается псевдоэпителиоматозная [14] и лимфоидная гиперплазия кожи [15].

При выполнении татуировки краска вводится на глубину 1,5–2 мм, проходя через эпидермис в сосочковый слой дермы, вызывая местное воспаление с отеком, клеточной инфильтрацией. Повреждение коллагеновых волокон затем должно восстановиться с участием фибробластов. С течением времени частицы пигменты проникают в более глубокие слои кожи [8]. Исследования по

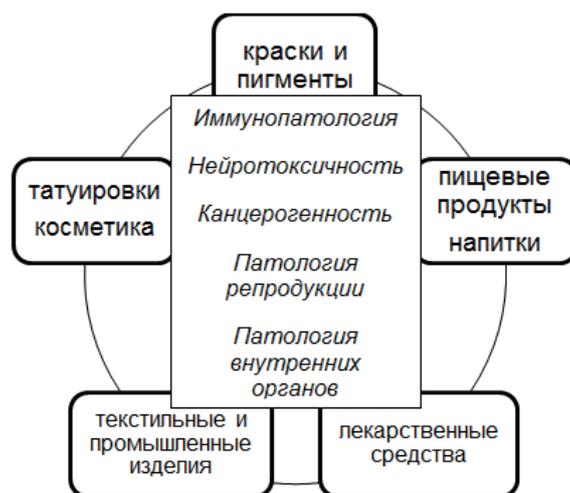


Рис. 1. Разнообразные источники и последствия контакта человека с красителями и пигментами

распределению частиц татуировки внутри человеческого тела продемонстрировали скопление органических пигментов, тяжелых металлов и TiO_2 в регионарных лимфатических узлах [4]. Таким образом, татуировки могут составлять значительную часть источников постоянного контакта человека с TiO_2 и другими красителями, приводящее к патологической работе органов и систем (Рис. 1).

Цель: обследование пациентов с фотодерматитом после татуировки.

Материалы и методы

В данной публикации приводится описание клинического случая и специфического обследования двух пациентов (женщины 32 лет (Т1) и мужчины 33 лет (Т2)), имеющих татуировки, с сенсibilизацией к TiO_2 .

Проводился тщательный сбор анамнеза и объективный осмотр. Участники лично заполняли анкеты и информированное согласие.

После этого им проведен пероральный провокационный тест (ППТ) с TiO_2 . Методика ППТ утверждена Министерством Здравоохранения РБ и описана в открытых источниках [16]. Исходный забор венозной крови (10 мл) и ротовой жидкости (2 мл) проводился натощак и через 10 минут после ополаскивания рта 5 мл физиологического раствора в течение 1 минуты при соблюдении нижеследующих условий: за 12 часов до тестирования запрещено курение, употребление алкоголя, продуктов-гистаминолибераторов, противоаллергических лекарственных средств (антигистаминные, глюкокортикостероиды).

Для ППТ использовался порошок TiO_2 в количестве 2 мг: его высыпали на язык обследуемого, пустая желатиновая капсула белого цвета проглатывалась с небольшим количеством воды. Доза 2 мг принята за оптимальное количество вещества, способное индуцировать выделение медиаторов аллергии у чувствительных лиц без клинических проявлений [16]. Через 40 минут после ППТ проводился повторный забор ротовой жидкости и крови. Чувствительность организма к TiO_2 оценивалась по изменению миелопероксидазной активности ротовой жидкости (МАРЖ) в образцах ротовой жидкости (исследование проведено в дублях) и по изменению экспрессии поверхностных маркеров на лейкоцитах крови (CD19 на В-лимфоцитах; CD14 на моноцитах; рецептора $\text{Fc}\epsilon\text{RI}$ на эозинофилах; количеству IL10, связанного с рецептором, на лимфоцитах).

Кроме того, мы изучали фенотип лейкоцитов крови после инкубации цельной крови с суспензией TiO_2 в физиологическом растворе в разных концентрациях *in vitro* в течение 1 часа при комнатной температуре. Известно, что TiO_2 взаимодействует с белками, в том числе в биологических жидкостях (крови, плазме, панкреатическом соке), при этом изменяются его физические и возможно иммуногенные свойства, одновременно повышается его стабильность в взвеси [17]. По этой причине мы добавляли TiO_2 к цельной гепаринизированной крови. В тесте *in vitro* использовались три концентрации, для этого по 2 мл крови обследуемых пациентов добавляли к 100 мкл суспензии TiO_2 в физиологическом растворе (0,1 мг/мл, 0,01 мг/мл, 0,001 мг/мл), получая соответствующие раз-

ведения взвеси (0,5 % – предельно допустимая концентрация, 0,05% – рабочая концентрация, 0,0005% – минимальная рабочая концентрация). Сравнение проводилось с контрольными пробами (2 мл гепаринизированной крови инкубировали с 100 мкл физиологического раствора без добавления TiO_2).

Фенотипирование В-лимфоцитов крови по CD19; моноцитов по CD14; эозинофилов по рецептору FcεR1 для иммуноглобулина E; исследование IL10, связанного с рецептором, на лимфоцитах проводили на проточном цитометре с использованием стандартных тест-систем.

Пациентам были выполнены прик-тесты со взвесью TiO_2 в физиологическом растворе и собственной сыворотке исследуемых в различных концентрациях: 0,1; 0,01 и 0,001 мг/мл. Ставились положительный – с 0,01% раствором гистамина и отрицательные контроли – с 0,9% физиологическим раствором и ауто-сывороткой. Для теста использовался прикер-скарификатор с длиной иглы 1 мм (Медбелрос) [18]. Оценка результата производилась по образованию волдыря/зуда/гиперемии через 15 минут после проведения теста и через 24 часа для исключения/подтверждения замедленной реакции.

У обоих обследуемых взят биопсийный материал кожи (T1 – с области лопатки, T2 – с области плеча) с татуированных мест (давность нанесения T1 – 1 год и T2 – 3 года) и с участков чистой кожи. Окраска микротомных срезов была выполнена гематоксилин-эозином (стандартная) и гематоксилин-пикрофуксином по методу Ван — Гизона, который позволяет прокрасить соединительную ткань. Коллагеновые волокна после окраски пикрофуксином приобретают ярко-красный цвет, а мышечные и эластические – буровато-желтый или желто-зеленый, ядра – буро-коричневый или буро-черный. Микроскопия проводилась с увеличением в 100 и 400 раз.

Фотопроба. С целью подтверждения реакции на ультрафиолетовые (УФ) лучи пациентка T1 посетила солярий. Время экспозиции – 6 минут.

Результаты

Анамнез. Пациенты T1 и T2 обратились на кафедру клинической иммунологии и аллергологии с курсом ФПК и ПК УО «ВГМУ» в январе 2020 года с жалобами на аллергические реакции, отсроченное заживление татуировок после использования красок с содержанием диоксида титана. Аллергические реакции проявлялись зудом кожи, гиперемией, сыпью в виде волдырей и мелких пузырьков, явлениями экссудации с последующим

образованием корочек в местах татуированной кожи после нахождения на солнце.

Площадь поверхности кожи, покрытой татуировками, составила около 70% (T1) и 50% (T2). Первое тату было сделано 10 (T1) и 16 лет (T2) назад.

Впервые жалобы возникли в 2015 г, когда после солнечной инсоляции высокой степени (находились на морском курорте) на местах татуировок в зонах с белым пигментом появились зуд, гиперемия, высыпания. T1 и T2 принимали внутрь антигистаминные лекарственные средства, местно использовали противоаллергические и увлажняющие крема, гели, снимающие зуд. После этого стали замечать повышенную чувствительность кожи в местах нанесения новых татуировок. Процесс протекал с последующими рецидивами под влиянием инсоляции. Пациентка T1 страдает сахарным диабетом с 2017 г. (принимает метформин 500-800 мг). Пациент T2 отрицает сопутствующие и хронические заболевания.

Пероральный провокационный тест. Ранее было установлено, что достоверный порог увеличения миелопероксидазной активности ротовой жидкости после ППТ с потенциальным аллергеном составляет 30% [19]. У обследованных пациентов при сравнении показателей МАРЖ до и после ППТ с 2 мг TiO_2 и белой желатиновой капсулой обнаружено значимое их увеличение. Прирост ПАРЖ составил +45,6% у T1 и +61,8% у T2. Полученные данные подтверждают сенсibilизацию к TiO_2 у обоих пациентов.

После ППТ с 2 мг TiO_2 наблюдалось уменьшение плотности экспрессии CD14 на моноцитах и клетках крови (значимое, более 30%, у T1 – Таблица 1). Количество FcεR1⁺-эозинофилов крови значимо снижалось у T1 (-74%) и у T2 (-48%) после ППТ. Кроме того, у T1 уменьшалось количество IL10 связанного с рецептором на лимфоцитах крови (-36%). Происходило снижение, как абсолютного количества CD19⁺CD154⁻-В-лимфоцитов крови (-66% у T1, -41% у T2), так и плотности экспрессии CD19 на них (-30% у T2). Значимого повышения экспрессии исследуемых маркеров у обследованных не зарегистрировано (Таблица 1).

Снижение количества CD14⁺-моноцитов, FcεR1⁺-эозинофилов и CD19⁺CD154⁻-В-лимфоцитов в крови после ППТ с TiO_2 в сенсibilизированном организме вероятно связаны с миграцией активных клеток на периферию в места контакта с аллергеном.

Фенотип лейкоцитов крови при воздействии TiO_2 in vitro. В пробах in vitro при инкубации

Таблица 1. Изменение (в %) экспрессии поверхностных маркеров на клетках крови после перорального провокационного теста с диоксидом титана

Показатель	Изменение экспрессии поверхностных маркеров на клетках крови после перорального провокационного теста с диоксидом титана, %	
	Пациент Т1	Пациент Т2
Количество CD14 ⁺ -моноцитов	-11%	-6%
Плотность рецепторов CD14 на моноцитах	-46%	-25%
Количество CD14 ⁺ -клеток	-19%	-5%
Плотность рецепторов CD14 на клетках	-45%	-26%
Количество FcεR1 ⁺ -эозинофилов	-74%	-48%
Плотность рецепторов FcεR1 на эозинофилах	-4%	-7%
Количество IL10 ⁺ CD19 ⁻ -лимфоцитов	+8%	+27%
Плотность IL10, связанного с рецептором на лимфоцитах	-36%	+4%
Количество CD19 ⁺ CD154 ⁻ - В-лимфоцитов	-66%	-41%
Плотность рецепторов CD19 на В-лимфоцитах	-7%	-30%

цельной крови с 0,0005% суспензией TiO₂ наблюдалось значимое снижение количества CD19⁺CD154⁻-В-лимфоцитов в крови у Т1 на 85%, у Т2 на 34%, что соответствовало результатам после воздействия TiO₂ in vivo.

Количество FcεR1⁺-эозинофилов при воздействии 0,0005% суспензии TiO₂ in vitro значимо снижалось у обоих пациентов (у Т1 на 78%, у Т2 на 53%), что было аналогично их реакции на TiO₂ после ППТ. У обследуемого Т1 под действием 0,0005% суспензии TiO₂ значимо снижалась плотность экспрессии CD14 на моноцитах (-45%) и на клетках крови (-44%).

Количество IL10, связанного с рецепторами, на лимфоцитах у Т1 уменьшалось (-29%) в присутствии 0,0005% суспензии TiO₂, при этом у Т2 количество IL10⁺CD19⁻-лимфоцитов повышалось (+33%), подтверждая полученные данные после ППТ.

Прик-тест. Кожные пробы с суспензией диоксида титана в концентрации 0,1 мг/мл, 0,01 мг/мл, 0,001 мг/мл, как в сыворотке, так и в физиологическом растворе, были отрицательными через 15 мин у обоих пациентов. Контрольная проба с гистамином через 15 минут – положительная (образовался волдырь размером 4*3 мм (Т1), 4*5 мм (Т2)), с ауто сывороткой – отрицательная, что свидетельствует о правильно проведенном тесте и исключает аутоиммунный характер процесса. Отсроченных и замедленных реакций (через 12 и 24 часа) не наблюдалось.

Микроскопия биоптатов кожи. Микроскопическое строение биоптата кожи без татуировки соответствовало нормальной картине кожи (рис. 2).

Изменений в структуре биоптатов кожи, как при стандартной окраске, так и при окраске по методу Ван-Гизона, не обнаружено (рис. 3а и 3б). В микроскопических препаратах кожи сохранен эпидермис (нормальное распределение эпителиоцитов по слоям, наличие меланоцитов с пигментом), в дерме преобладали соединительные волокна с фибробластами, определялись волосяные луковицы, сальные и потовые железы с протоками (рис. 3а). В препаратах, окрашенных по Ван-Гизону видны коллагеновые и эластиновые волокна (красноватая и оранжево-коричневая окраска) (рис. 3б).

При микроскопическом исследовании биоптата кожи в зоне татуировки отложение пигмента татуировки (черного цвета) непосредственно под эпидермисом тонким слоем, а также скопления краски в области наружных структур потовых протоков в дерме, на глубине 3-4 толщины эпидермиса, если условно принять его толщину за единицу (рис. 4а). Отклонений в структуре кожи, лимфогистиоцитарной инфильтрации, признаков воспаления не обнаружено. В образцах, окрашенных гематоксилин-пикрофуксином по Ван-Гизону, вокруг пигмента татуировок определялось

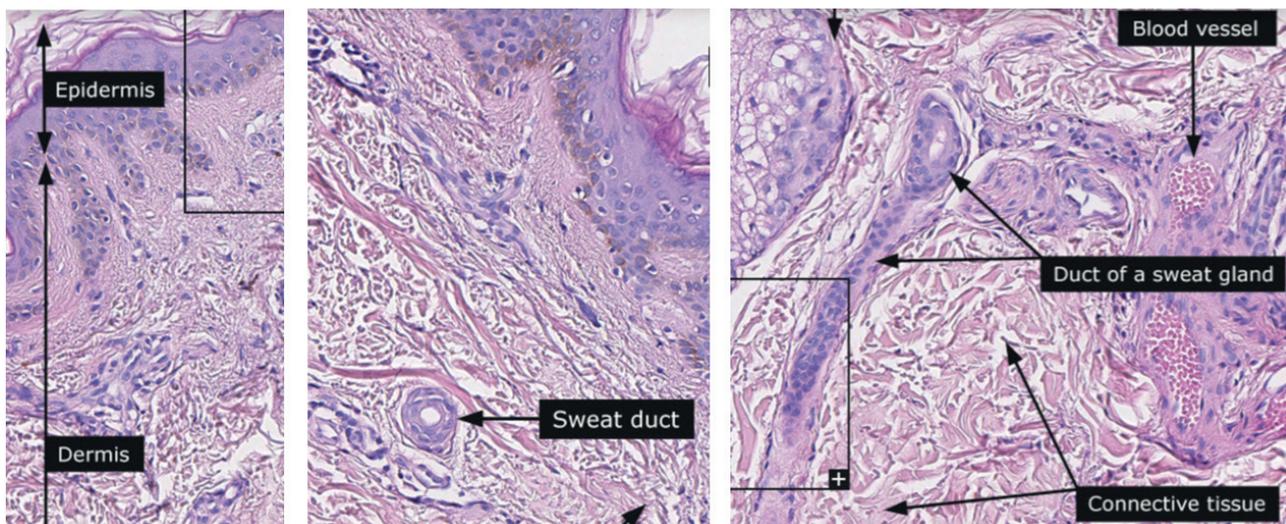


Рис. 2. Структура нормальной кожи (The human protein atlas www.proteinatlas.org/learn/dictionary/normal/skin)

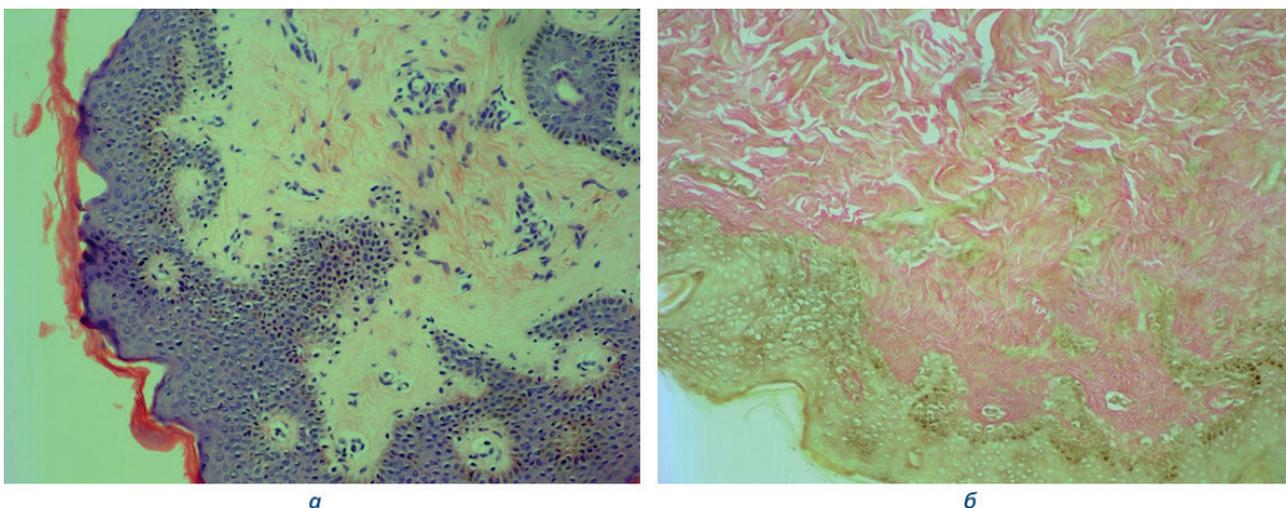


Рис. 3. Микроскопическая фотография среза кожи без татуировки x400 (T2) (а - окраска гемтоксилин-эозин, б - гематоксилин-пикрофуксин по Ван-Гизону)

скопление волокон эластина (окрашен буровато-желтым на рисунке), что свидетельствует об очаговом эластозе мест отложения пигмента (рис. 4б). Подобная картина наблюдалась в биоптатах как у T1, так и T2.

Фотопроба. После посещения солярия с УФ-облучением в течение 6 минут, пациентка T1 отметила выраженное обострение фотодерматита (через несколько часов - зуд, гиперемия, сильная отечность кожи, экссудация, на 3 день - ощущение корки) в местах (ягодицы, бедра, живот), свободных от татуировок, позже реакция распространилась на участки татуированной кожи (рис. 5). Лечилась цетрином 10 мг в сутки внутрь

с незначительным эффектом, затем перешла на хлоропирамин по 1 мл 2 раза в день внутримышечно. Высыпания исчезали медленно в течение 2 недель.

Выводы

1. Воздействие солнечных лучей на места татуировок может быть триггером для возникновения немедленной аллергической реакции с зудом, гиперемией, высыпаниями по типу крапивницы и контактного дерматита в сенсibilизированном организме.
2. У пациентов с длительным анамнезом татуирования подтверждена сенсibilизация к

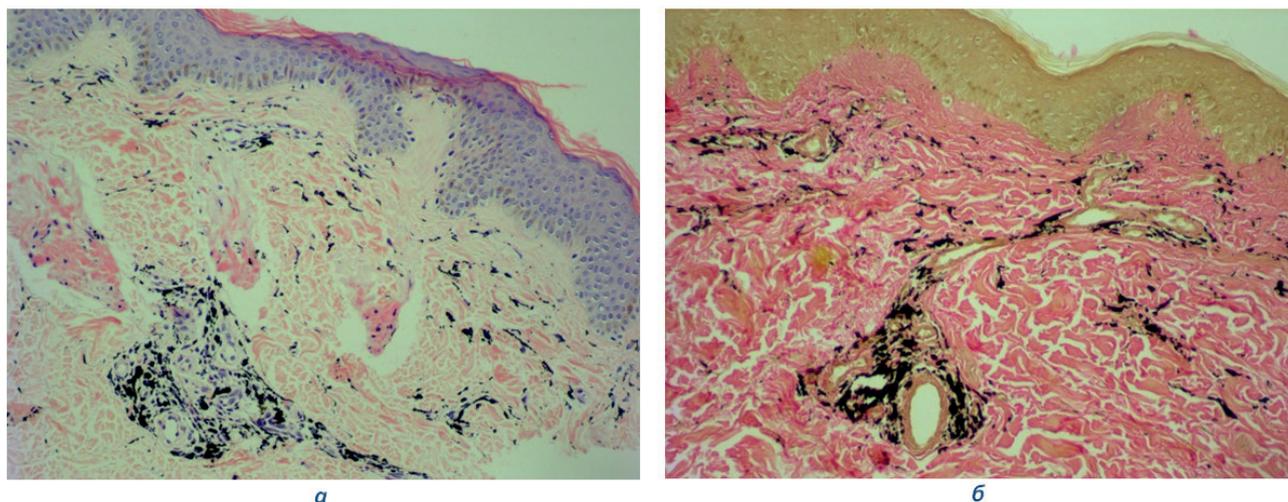


Рис. 4. Микроскопическая фотография среза кожи с татуировкой x400 (T2) (а - окраска гематоксилин-эозин, б - гематоксилин-пикрофуксин по Ван-Гизону)

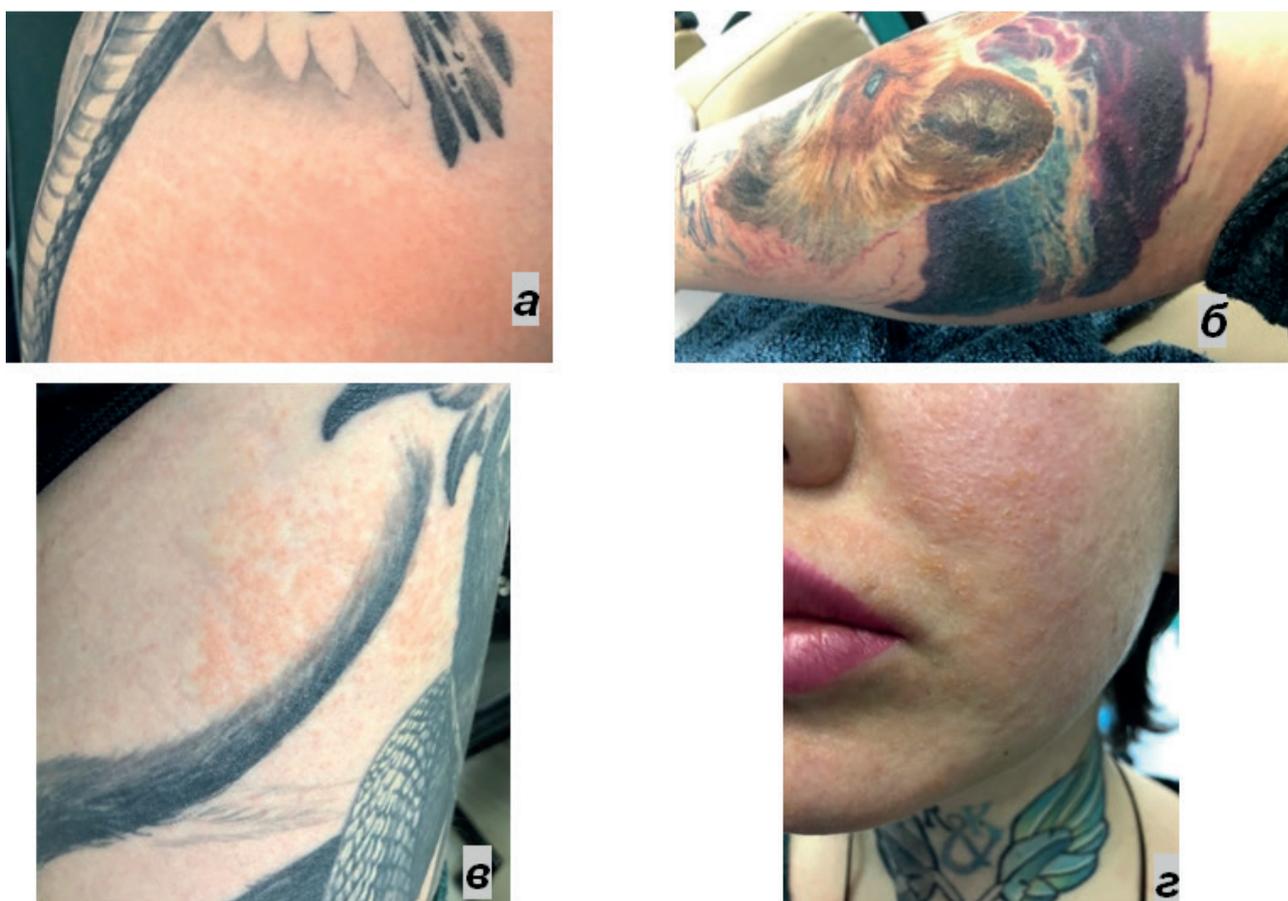


Рис. 5. Реакция на УФ-облучение (а – гиперемия кожи ягодиц, б – волдыри и отек татуированной кожи наружной поверхности бедра, в – эритематозно-папулезные высыпания внутренней поверхности голени, г – мелкие пузырьки с экссудацией и образованием корочек на лице)

диоксиду титана по увеличению миелопероксидазной активности ротовой жидкости после перорального провокационного теста.

3. После перорального провокационного теста с диоксидом титана наблюдалось значимое (более 30%) уменьшение абсолютного количества $Fc\epsilon R1^+$ -эозинофилов и $CD19^+CD154^+$

-В-лимфоцитов крови у обоих пациентов. Кроме того, снижалась экспрессия CD14 на моноцитах крови (у T1), плотность IL10, связанного с рецептором на лимфоцитах крови (у T1) и плотность CD19 на В-лимфоцитах крови (у T2).

4. Воздействие 0,0005% суспензии TiO₂ на цельную кровь обоих пациентов приводило к значимому (более 30%) уменьшению количества CD19⁺CD154⁻-В-лимфоцитов в крови (у T1 на 85%, у T2 на 34%) и FcεR1⁺-эозинофилов (у T1 на 78%, у T2 на 53%), что соответствовало его действию *in vivo*. TiO₂ в этой же концентрации *in vitro* вызывал снижение экспрессии CD14 на моноцитах (у T1 на 45%) и на клетках крови (у T1 на 41%), снижение количества IL10, свя-

занного с рецепторами, на лимфоцитах (у T1 на 29%), но повышал количество IL10⁺CD19⁻-лимфоцитов (у T2 на 33%), что было аналогично действию после ППТ *in vivo*.

5. Кожные прик-тесты с суспензией диоксида титана, приготовленной в аутоыворотке и в физиологическом растворе в концентрации 0,1 мг/мл, 0,01 мг/мл, 0,001 мг/мл, были отрицательными через 15 мин, 12 и 24 часа.
6. Отложение красителя татуировки наблюдалось под эпидермисом и в области наружных структур потовых протоков в дерме, на глубине 3-4 толщины эпидермиса. Вокруг частиц краски определялись волокна эластина, что свидетельствует об очаговом эластозе мест татуировок.

Литература

1. Laumann AE, Derick AJ. Tattoos and body piercings in the United States: a national data set. *J Am Acad Dermatol.* 2006; 55: 413–21.
2. Klügl I, Hiller KA, Landthaler M. et al. Incidence of health problems associated with tattooed skin: a nation-wide survey in German-speaking countries. *J Dermatology.* 2010; 221: 43–50.
3. Laux P, Tralau T, Tentschert J. et al. A medical-toxicological view of tattooing. *The Lancet.* 2016; 387(10016): 395–402.
4. Schreiber I, Hesse B, Seim C. et al. Synchrotron-based v-XRF mapping and μ-FTIR microscopy enable to look into the fate and effects of tattoo pigments in human skin. *Scientific Reports.* 2017; 7(1).
5. Høgsberg T, Hutton Carlsen K, Serup J. High prevalence of minor symptoms in tattoos among a young population tattooed with carbon black and organic pigments. *J Eur. Acad. Dermatol. Venereol.* 2013; 27: 846–852.
6. Аляхнович Н.С., Новиков Д.К. Пищевой краситель и фармацевтик диоксид титана как патоген. *Иммунопатол., аллергол., инфектол.* 2015; 1: 71-77.
7. Høgsberg T, Loeschner K, Löf D. et al. Tattoo inks in general usage contain nanoparticles. *Br. J Dermatol.* 2011; 165: 1210-1218.
8. Grant CA, Twigg P.C., Baker R. et al. Tattoo ink nanoparticles in skin tissue and fibroblasts. *Beilstein J Nanotechnol.* 2015; 6: 1183–1191.
9. Wenzel SM, Rittmann I., Landthaler M. et al. Adverse reactions after tattooing: review of the literature and comparison to results of a survey. *Dermatology.* 2013; 226: 138–147.
10. Карымов О.Н., Калашникова С.А., Писарева В.В. Наблюдение образования красного плоского лишая на месте татуировки. *Современные проблемы науки и образования.* 2018; 2:
11. <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=27535> (дата обращения: 26.03.2020).
12. Brady BG, Gold H, Leger EA et al. Self-reported adverse tattoo reactions: a New York City Central Park study. *Contact Dermatitis.* 2015; 73: 91-99.
13. Aberer W, Snauwaert JE, Render UM. Allergic reaction to pigments and metals. *Dermatologic complications with body art: tattoos, piercings and permanent make up.* Belgium: Springer Link. 2010: 66–73.
14. Forte G, Petrucci F, Cristaudo A et al. Market survey on toxic metals contained in tattoo inks. *Sci. Total. Environ.* 2009; 407(23): 5997–6002.
15. Kluger N, Durand L, Minier-Thoumin C. et al. Pseudoepitheliomatous epidermal hyperplasia in tattoos: report of three cases. *Am. J Clin. Dermatol.* 2008; 9(5): 337–40.
16. Куклин И.А., Волкова Н.В., Кохан М.М. и соавт. Кожная лимфоидная гиперплазия, спровоцированная красным красителем татуировки. *Российский журнал кожных и венерических болезней.* 2018; 21(1): 16-18.
17. Аляхнович Н.С., Новиков Д.К. Красители в лекарствах и пищевых продуктах – потенциальные иммуномодуляторы. *Медицинская Иммунология.* 2019; 2(21): 312-322.
18. Аляхнович Н.С., Новиков Д.К. Взаимодействие диоксида титана с биологическими средами организма. *Иммунопатол., аллергол., инфектол.* – 2016. – № 1. – С. 37-42.
19. Мацко Е.Ф., Аляхнович Н.С., Новиков Д.К. Диагностика аллергии на яблоки при помощи прик-прик и орально-фарингеального тестов. *Материалы 75-ой научной сессии сотрудников университета. Вит. гос. мед. ун-т.* 2020: 202-204.
20. Аляхнович Н.С., Янченко В.В., Новиков Д.К. Метод диагностики аллергии на пищевые красители по увеличению пероксидазной активности в слюне. *Иммунопатол., аллергол., инфектол.* – 2015. – № 3. – С. 108-114.

Сведения об авторах:

Аляхнович Наталья Сергеевна – к.м.н., доц. каф. клинической иммунологии и аллергологии Витебского государственного медицинского университета.
Янченко Владимир Вилиянович – к.м.н., доц. каф. клинической иммунологии и аллергологии Витебского государственного медицинского университета.
Млявий Алексей Николаевич – врач-патологоанатом второго отделения общей патологии УЗ «Витебское областное клиническое патологоанатомическое бюро».
Адрес для корреспонденции: 210023, г. Витебск, пр-т Фрунзе, 27, E-mail: all-vgmu@mail.ru

Поступила 28.11.2019 г.