

10. Стрижков А. Е., Нуриманов Р. З. Устройство для получения параллельных срезов мягких тканей для морфологического исследования. Патент РФ на полезную модель №161976. Изобретения. Полезные модели. Официальный бюллетень Федеральной службы по интеллектуальной собственности (Роспатент). 2016;14. [Strizhkov A. E., Nurimanov R. Z. Device for obtaining parallel sections of soft tissues for morphological research. Patent of the Russian Federation for utility model No.161976. Inventions. Utility models. Official bulletin of the Federal Intellectual Property Service (Rospatent). 2016;14. (In Russ.)].
11. Стрижков А. Е., Нуриманов Р. З. Устройство для цифровой микроскопии. Патент РФ на полезную модель №181208. Изобретения. Полезные модели. Официальный бюллетень Федеральной службы по интеллектуальной собственности (Роспатент). 2018;19. [Strizhkov A. E., Nurimanov R. Z. Digital microscopy device. Patent of the Russian Federation for utility model No. 181208. Inventions. Utility models. Official bulletin of the Federal Intellectual Property Service (Rospatent). 2018;19. (In Russ.)].
12. Стрижков А. Е., Нуриманов Р. З. Способ выделения капсульно-связочного аппарата суставов путем заполнения полости контрастным веществом. Патент РФ на изобретение №2618201. Изобретения. Полезные модели. Официальный бюллетень Федеральной службы по интеллектуальной собственности (Роспатент). 2017;13. [Strizhkov A. E., Nurimanov R. Z. A method of isolating the capsule-ligamentous apparatus of joints by filling the cavity with a contrast substance. Patent of the Russian Federation for invention No. 2618201. Inventions. Useful models. Official bulletin of the Federal Intellectual Property Service (Rospatent). 2017;13. (In Russ.)].
13. Стрижков А. Е., Нуриманов Р. З. Способ определения формы суставной полости и околоуставных синовиальных сумок. Патент РФ на изобретение №2611945. Изобретения. Полезные модели. Официальный бюллетень Федеральной службы по интеллектуальной собственности (Роспатент). 2017;7. [Strizhkov A. E., Nurimanov R. Z. Method of determining the shape of the articular cavity and near-articular synovial bags. Patent of the Russian Federation for invention No. 2611945. Inventions. Useful models. Official bulletin of the Federal Intellectual Property Service (Rospatent). 2017;7. (In Russ.)].
14. Verbruggen S. W., Kainz B., Shelmerdine S., Arthurs O. J., Hajnal J. V. [et al.]. Altered biomechanical stimulation of the developing hip joint in presence of hip dysplasia risk factors. *Biomechanics*. 2018;78:1-9. <https://doi.org/10.1016/j.biomech.2018.07.016>
15. Hita-Contreras F., Sanchez-Montesinos I., Martinez-Amat A., Cruz-Diaz D., Barranco R. J. [et al.]. Development of the human shoulder joint during the embryonic and early fetal stages: anatomical considerations for clinical practice. *J. Anatomy*. 2018;232(3):422-430. <https://doi.org/10.1111/joa.12753>

Поступила 22.03.2021

Сведения об авторах:

Стрижков Алексей Евгеньевич, кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры анатомии человека; тел.: 89165429396; e-mail: strizhkov@inbox.ru

Нуриманов Руслан Зиннурович, ассистент кафедры анатомии человека; тел.: 84952037409; e-mail: ruslan.nurimanov@bk.ru

Николенько Владимир Николаевич, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии человека; тел.: 84952037409; e-mail: vn.nikolenko@yandex.ru

© Коллектив авторов, 2022

УДК 613.4:616-003.923

DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2022.17101>

ISSN – 2073-8137

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ КОЖИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ТАТУИРОВОЧНЫХ ПИГМЕНТОВ (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

О. Н. Карымов¹, С. А. Калашникова², А. А. Воробьев², Л. В. Полякова²

¹ Научно-практический центр дерматовенерологии и косметологии, Москва, Российская Федерация

² Волгоградский государственный медицинский университет, Российская Федерация

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF MORPHOLOGICAL CHANGES IN THE SKIN WHEN USING VARIOUS TATTOO PIGMENTS (EXPERIMENTAL STUDY)

Karymov O. N.¹, Kalashnikova S. A.², Vorobyov A. A.², Polyakova L. V.²

¹ Scientific and Practical Center for Dermatovenereology and Cosmetology, Moscow, Russian Federation

² Volgograd State Medical University, Russian Federation

Проведено гистологическое и морфометрическое исследование 78 образцов фрагментов кожи крыс с татуажем и дана сравнительная характеристика морфологических изменений кожи при применении различных татуировочных пигментов. Установлено, что процедура татуажа приводит к изменениям анатомического строения дермы, при этом

наиболее выраженная воспалительная реакция развивается на введение красного пигмента. Увеличение количества макрофагов в ответ на введение татуировочного пигмента является риском развития гранулематозного воспаления вокруг инородного тела.

Ключевые слова: анатомия кожи, татуаж, татуировочный пигмент, гистиоцитарная реакция, морфометрия

A histological and morphometric study of 78 samples of skin fragments of tattooed rats was carried out and a comparative characteristic of morphological changes in the skin with the use of various tattoo pigments was given. It has been established that the tattooing procedure leads to changes in the anatomical structure of the dermis, while the most pronounced inflammatory reaction develops to the introduction of red pigment. An increase in the number of macrophages in response to the introduction of a tattoo pigment is a risk of developing granulomatous inflammation around a foreign body.

Keywords: skin anatomy, tattooing, tattoo pigment, histiocytic reaction, morphometry

Для цитирования: Карымов О. Н., Калашникова С. А., Воробьев А. А., Полякова Л. В. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ КОЖИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ТАТУИРОВОЧНЫХ ПИГМЕНТОВ (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ). *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2022;17(4):421-425. DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2022.17101>

For citation: Karymov O. N., Kalashnikova S. A., Vorobyov A. A., Polyakova L. V. COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF MORPHOLOGICAL CHANGES IN THE SKIN WHEN USING VARIOUS TATTOO PIGMENTS (EXPERIMENTAL STUDY). *Medical News of North Caucasus*. 2022;17(4):421-425. DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2022.17101> (In Russ.)

ОД – объемная доля (%)

В современном обществе татуаж приобретает все большее распространение, при этом нательная живопись характеризуется многообразием цветов и сюжетов. Пигменты, используемые в тату-салонах, не подлежат обязательной сертификации, в то время как их состав и наличие примесей могут стать причиной развития различных патологических процессов, обозначенных нами как посттатуажные осложнения [1, 2].

Химическая промышленность нацелена на выпуск максимально ярких и устойчивых к выгоранию красителей, включающих как органические, так и неорганические соединения. Так, в качестве основного компонента черного татуировочного пигмента применяется аморфный углерод или обычная сажа, кристаллы магнетита и оксид железа. Красный пигмент представляет собой селенид кадмия, оксид железа (ржавчина), сульфид ртути и нафтол. В составе зеленого красителя основой служит оксид хрома, но в качестве примесей с помощью спектрального анализа обнаруживались ферроцианид калия (желтый или красный) и ферроцианид железа (пруссский синий). В состав всех красителей входят вещества, обладающие канцерогенными, мутагенными, токсическими свойствами, такие как: промышленные азокрасители, углерод, полициклические ароматические углеводороды, фенол. Кроме этого, цветные красители поглощают ультрафиолетовые лучи, разлагаются и в качестве метаболита синтезируют синглетный кислород, который обладает цитотоксическим эффектом, что приводит к нарушению целостности кожного барьера [3–5].

В доступной литературе отсутствуют сведения о глубине расположения и накоплении пигмента в коже, реакции клеточного окружения на инородное тело (краситель), а данные, посвященные осложнениям, вызванным непосредственно составом татуировочных пигментов, единичны и противоречивы [6, 7], что и обуславливает актуальность данного исследования.

Цель исследования – дать сравнительную характеристику морфологических изменений кожи при применении различных татуировочных пигментов.

Материал и методы. Эксперимент выполнен с использованием 26 нелинейных половозрелых крыс-самцов массой 280–300 г. Животным опытной группы (n=20) после наркотизации и обработки операцион-

ного поля в области верхней части спины была выполнена процедура татуажа пигментами красного, зеленого и черного цветов (площадь каждого рисунка 0,5x0,5 см²) с использованием роторного тату-аппарата Long Time Liner (роторного типа) (США), с глубиной внутрикожного введения пигмента 0,5 мм. Группу контроля составили 6 интактных крыс.

Выведение животных из эксперимента проводили на 7 и 21 сутки после процедуры. Осуществлен забор 60 фрагментов кожи с татуировкой, в качестве контроля использовали 18 фрагментов кожи спины интактных животных, с фиксацией в 10 % формалине (24 ч), с последующей стандартной гистологической проводкой, изготовлением срезов и окрашиванием гематоксилином и эозином.

Морфометрическое исследование кожи проводили в соответствии со сложившимися принципами количественных морфологических исследований с использованием программы «Видеотест Морфо» (Россия). Определяли объемные доли (ОД) эпидермиса, дермы, пигмента, а также ОД нейтрофилов, лимфоцитов и гистиоцитов (%) и глубину расположения пигмента (мкм) [8]. Микрофотографии сделаны с использованием микроскопа «Leica DM 100» (Германия). Статистическая обработка проводилась с помощью «EXCEL 7.0» (США) с определением стандартной ошибки ($M \pm m$), достоверность различий выборок оценивали по критерию Стьюдента (t) и соответствующему ему показателю достоверности (p), статистически значимыми различия считали при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение. В результате проведенного исследования установлено, что кожа интактных крыс на 7 сутки эксперимента имела типичное строение: эпидермис был представлен четко отграниченными роговым, блестящим, зернистым, шиповатым и базальным слоями клеток, за которым располагалась собственно дерма, состоящая из сосочкового и сетчатого слоев.

В экспериментальных группах на 7 сутки эксперимента в коже крыс анатомическое строение было сохранено. Многослойный плоский ороговевающий эпителий был представлен всеми слоями, где наиболее четко просматривался базальный слой клеток, за которым следовал шиповатый слой, зернистый, блестящий и роговой слои. Следует отметить, что механическое

повреждение кожи иглой при татуаже спровоцировало в эпидермисе возникновение реактивных изменений, что на 7 сутки эксперимента характеризовалось утолщением рогового слоя и формированием пласта роговых чешуек, которые при окраске гематоксилином и эозином были резко эозинофильны. Несмотря на то что технически введение пигмента производилось на одинаковую глубину (0,5 мм), наблюдалось неравномерное распределение татуировочного пигмента в зависимости от типа красителя. Так, красный пигмент отсутствовал на границе эпителия и сосочкового слоя дермы, его накопление происходило в более глубоких слоях сосочкового слоя на границе с сетчатым слоем. При введении красного татуировочного красителя граница между слоями кожи просматривалась достаточно четко, в отличие от таковых при введении черного и зеленого пигментов. В сосочковом слое выявлялась сеть волокон рыхлой волокнистой соединительной ткани, среди которых определялись фибробласты, макрофаги. Визуально сравнительно крупные гранулы пигмента располагались изолированно друг от друга, что может быть связано с выраженной макрофагальной реакцией кожи и подтверждается наличием крупных клеток вокруг красно-бурых гранул с зернистой цитоплазмой в сосочковом и сетчатом слоях дермы. Постепенно рыхлая волокнистая ткань сменялась на плотную неоформленную соединительную ткань, в которой просматривались только единичные гранулы красного пигмента (рис. А).

При использовании зеленого татуировочного красителя в зоне татуажа на 7 сутки эксперимента также сохранялась реакция на повреждение. Обнаружено утолщение рогового слоя по сравнению с контрольной группой, а также наличие дистрофических изменений в клетках шиповатого слоя, где определялась светлая перинуклеарная зона, визуализировались мелкие пикнотические ядра. Клетки зернистого слоя содержали обилие гранул (кератогиалина) и располагались непосредственно под выраженным роговым слоем. Как и при введении красного пигмента, гранулы зеленого пигмента располагались диффузно и относительно равномерно в сосочковом и сетчатом слоях дермы,

однако граница между слоями была стерта. Гистологически определялись относительно крупные, плотные волокна, расположенные непосредственно под эпидермисом, среди которых также наблюдалось обилие крупных клеток с зернистой цитоплазмой, накапливающих зеленый пигмент (рис. Б).

Таким образом, перераспределение волокон плотной неоформленной соединительной ткани сопровождается развитием фиброза дермы, наряду с утратой зеленого пигмента за счет фагоцитирования его гистиоцитами.

При введении черного пигмента многослойный плоский ороговевающий эпителий сохранял свои слои, где выраженный роговой слой был представлен кератиноцитами. Зернистые, шиповатые и клетки базального слоя имели типичное строение. Обращает на себя внимание тот факт, что отложение черного пигмента происходило в сосочковом слое дермы среди волокон рыхлой неоформленной соединительной ткани, где краситель образовывал мелкие очаги скопления пигмента и был четко ограничен волокнами плотной неоформленной ткани сетчатого слоя. Определялись единичные крупные клетки с зернистой цитоплазмой, накапливающие гранулы пигмента черного цвета. Пигмент был распределен диффузно и равномерно по всему сосочковому слою дермы и достигал эпидермиса, что не наблюдалось при введении красного красителя (рис. В).

На 21 сутки эксперимента воспалительная реакция на процедуру татуажа отсутствовала при применении всех пигментов, определялись все слои эпидермиса с нормальным соотношением клеточных компонентов. При сравнительной оценке содержания татуажных пигментов в ткани наблюдалась наибольшая убыль красного красителя, по сравнению с зеленым и черным. Морфологически определялась граница между сетчатым и сосочковым слоями дермы, гранулы красного пигмента были малочисленны и располагались на границе сосочкового и сетчатого слоев, определялись единичные клетки гистиоцитарного ряда (рис. Г).

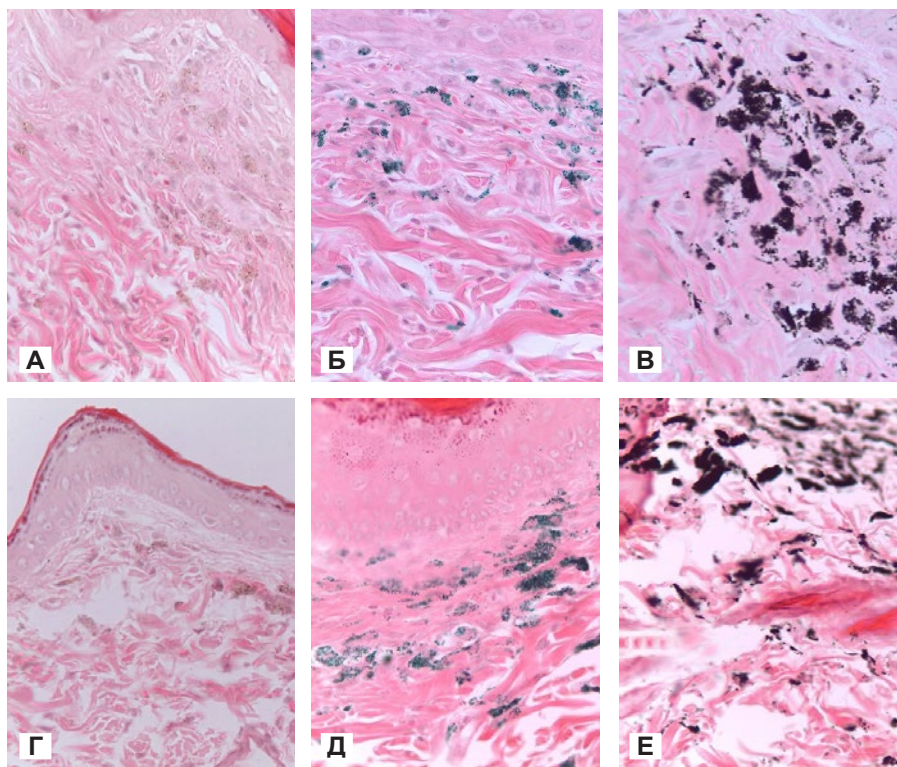


Рис. Морфологические изменения в коже крыс при татуаже: А – введение красного пигмента, 7 сут эксперимента: утолщение рогового слоя эпидермиса, диффузное расположение единичных пигментных гранул на границе сетчатого и сосочкового слоев дермы; Б – зеленый пигмент, 7 сут эксперимента: диффузное расположение пигмента в дерме, стертость границы между сосочковым и сетчатым слоями; В – черный пигмент, 7 сут: очаговое скопление пигмента в сосочковом слое дермы среди волокон рыхлой неоформленной соединительной ткани; Г – красный пигмент, 21 сут эксперимента: гранулы на границе сосочкового и сетчатого слоев, единичные клетки гистиоцитарного ряда; Д – зеленый пигмент, 21 сут: крупные клетки с зернистой цитоплазмой, наполненной пигментом зеленого цвета, расположенные в дерме; Е – черный пигмент, 21 сут: диффузное распределение пигмента в сетчатом слое дермы, единичные гистиоциты с накоплением гранул черного цвета. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. x400

При оценке изменений в зоне введения зеленого пигмента в дерме граница между сосочковым и сетчатым слоями не определялась. Морфологические изменения кожи при введении зеленого пигмента на 21 сутки характеризовались фиброзом сосочкового слоя, волокна соединительной ткани были крупными, расположенными плотно, преимущественно параллельно поверхности кожи. Среди волокон определялись гранулы пигмента зеленого цвета с выраженной гистиоцитарной реакцией (рис. Д). Вокруг гранул располагались крупные клетки с зернистой цитоплазмой, наполненной пигментом зеленого цвета, что прогностически значительно увеличивает риск развития гранулематозного воспаления вокруг инородного тела (красителя).

При оценке распределения черного пигмента в коже к концу 3 недели эксперимента визуально отсутствовала убыль красителя, с преимущественной локализацией пигментных гранул в сетчатом слое дермы, что не отмечалось к 7 суткам. Пигмент распределялся равномерно диффузно среди волокон как рыхлой, так и плотной неоформленной соединительной ткани дермы с преобладанием его в сетчатом слое (рис. Е). В отличие от предыдущих экспериментальных моделей, в дерме определялись единичные гистиоциты с накоплением гранул черного цвета.

Данные, полученные при проведении морфометрического исследования, представлены в таблице.

Таблица

Результаты морфометрического исследования кожи у крыс при татуаже различными татуировочными пигментами (M±m, %)

Экспериментальные группы	Морфометрические показатели							
	Сроки эксперимента	ОД эпидермиса, %	ОД дермы, %	ОД пигмента, %	ОД нейтрофилов, %	ОД лимфоцитов, %	ОД гистиоцитов, %	Глубина расположения пигмента, мкм
Группа интактных животных	7 сутки	16,21±0,81	83,58±4,18	0	0	0	0,21±0,01	-
	21 сутки	15,99±0,79	83,66±4,20	0	0	0	0,35±0,03	-
Введение красного пигмента	7 сутки	16,82±1,51	65,29±3,81*	5,77±0,61*	1,31±0,07*	0,07±0,04	10,74±0,11*	42,09±2,13
	21 сутки	16,07±1,12	78,40±3,12*	1,43±0,49**	0	3,17±0,05**	0,93±0,05#	59,93±6,62
Введение зеленого пигмента	7 сутки	15,93±0,09	68,49±4,07*	7,85±0,31*	0,51±0,02	1,03±0,01	6,19±1,11*	78,13±5,09
	21 сутки	17,01±0,09	57,28±2,97*	6,09±0,90*	0	3,87±0,91**	15,75±1,09**	81,25±4,13
Введение черного пигмента	7 сутки	16,37±0,90	66,26±4,11*	9,13±0,53*	0,21±0,09	1,62±0,09*	6,41±0,09*	43,13±3,11
	21 сутки	17,12±1,07	70,85±3,09*	9,03±0,51*	0	1,09±0,05*	1,91±0,11**	70,19±5,13#

Примечание: * – $p < 0,05$ по сравнению с интактной группой;
– $p < 0,05$ по сравнению с предыдущим сроком эксперимента.

Несмотря на то что пигмент вводился на стандартную глубину (0,5 мм) и в одинаковом объеме, глубина расположения татуажного красителя и его количество значительно варьировали в зависимости от вида пигмента и сроков эксперимента. Так, уже на 7 сутки зеленый краситель располагался глубже, чем был введен изначально (78,13±5,09 мкм), в то время как красный и черный пигмент определялись на той глубине, на которую и было осуществлено введение (42,09±2,13 и 43,13±3,11 мкм соответственно). Однако к 21 суткам эксперимента черный пигмент располагался непосредственно в сетчатом слое на глубине 70,19±5,13 мкм, что было достоверно глубже, чем на 7 сутки ($p < 0,01$). Красный пигмент не имел достоверных отличий от расположения на 7 сутки эксперимента и определялся на глубине 59,93±6,62 мкм ($p > 0,05$), что соответствовало месту его адресной доставки при выполнении процедуры.

Количество красного красителя по мере увеличения срока эксперимента достоверно уменьшалось: к 21 суткам ОД пигмента стала меньше, чем на 7 сутки, в 4,03 раза ($p < 0,01$). ОД зеленого пигмента в данные сроки уменьшилось незначительно – в 1,29 раза, тогда как количество черного пигмента осталось неизменным. Полученные результаты объясняют тот

факт, что наиболее стойкие татуировки выполняются с использованием черного пигмента, красный пигмент является наименее стойким, а зеленый занимает промежуточное положение.

Уменьшение ОД пигмента представляется вполне логичным при рассмотрении его убыли в параллели с определением ОД гистиоцитов. Наибольшее количество макрофагов зарегистрировано при введении зеленого пигмента на 21 сутки эксперимента и составило 15,75±1,09 %. Макрофагальная реакция на черный пигмент выражена слабо, ОД гистиоцитов на 7 и 21 сутки эксперимента была равна 6,41±0,09 и 1,91±0,11 % соответственно. При использовании красного пигмента ОД гистиоцитов через неделю составила 10,74±0,11 %, а к концу 3 недели вместе с уменьшением ОД пигмента уменьшилась и ОД гистиоцитов в 11,54 раза, составив 0,93±0,05 % ($p < 0,01$).

Независимо от типа красителя при морфометрическом исследовании определялись клетки воспаления, что обусловлено, прежде всего, травматизацией кожных покровов при выполнении процедуры татуажа, а также реакцией на татуировочный пигмент. При этом наибольшая ОД лейкоцитов обнаружена на 7 сутки эксперимента в ответ на введение красного красителя, составившая 1,31±0,07 %, тогда как

к 21 суткам преобладали лимфоциты, максимальное количество которых зарегистрировано при использовании зеленого и красного пигментов ($3,87 \pm 0,91$ и $3,17 \pm 0,05$ % соответственно). Наиболее инертным являлся черный пигмент, в ответ на введение которого через 3 недели обнаружено лишь $1,09 \pm 0,05$ % лимфоцитов, что достоверно меньше, чем на зеленый и красный красители (в 3,55 и 2,91 раза соответственно, $p < 0,05$).

ОД эпидермиса у крыс с татуажем не имела достоверных различий от таковой у интактных животных, в среднем составляя $16,55 \pm 0,11$ %, в то время как ОД дермы претерпевала значительные изменения в зависимости от татуажного пигмента и сроков эксперимента за счет накопления татуировочного пигмента, воспалительной инфильтрации и макрофагальной реакции.

Заключение. Морфологические изменения в коже зависят от типа применяемого татуировочного пигмента, при этом наиболее выраженная воспалительная реакция развивается на введение красного пигмента на 7 сутки эксперимента. Процедура татуажа, независимо от типа татуировочного пигмента, приводит к изменению анатомического строения дермы. Глубина расположения татуировочного пигмента изменяется по мере увеличения сроков эксперимента и максимально глубоко локализуется при

применении пигмента черного цвета: к 21 суткам краситель располагался на границе сосочкового и сетчатого слоев дермы.

Стойкость татуажа напрямую зависит от выраженности макрофагальной реакции, при этом большее количество гистиоцитов обнаруживалось на введение зеленого пигмента, тогда как при использовании черного пигмента имеет место незавершенный фагоцитоз. Увеличение количества макрофагов в ответ на введение татуировочного пигмента представляет риск развития гранулематозного воспаления вокруг инородного тела.

Информированное согласие: Экспериментальное исследование проведено в полном соответствии с требованиями надлежащей лабораторной практики, изложенными в национальном стандарте «Принципы надлежащей лабораторной практики» ГОСТ Р 53434–2009, с соблюдением Международных принципов Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов и других научных целей (Страсбург, 1986), в соответствии с Общими этическими принципами экспериментов на животных (Россия, 2011), правилами лабораторной практики в Российской Федерации (приказ МЗ РФ № 267 от 19.06.2003) и положительным заключением этического комитета.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература/References

1. Карымов О. Н., Воробьев А. А., Калашникова С. А. Классификация осложнений татуажа. *Клиническая дерматология и венерология*. 2018;17(6):98-106. [Karimov O. N., Vorobiev A. A., Kalashnikova S. A. Classification of tattoo complications. *Klinicheskaya Dermatologiya i Venerologiya*. – *Clinical Dermatology and Venerology*. 2018;17(6):98-106. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17116/klinderma20181706198>
2. Bagot M. Complications of tattoos: Clinical and pathological classification, pathophysiology, particle kinetics. *Bull. Acad. Natl. Med.* 2020;204(6):607-610. <https://doi.org/10.1016/j.banm.2020.04.013>
3. Carlsen C. H., Larsen G., Serup J. Tattoo pigment agglomerates measured in commercial ink stock products by computerised light microscopy. *Skin Res. Technol.* 2020;26(2):292-300. <https://doi.org/10.1111/srt.12799>
4. Van der Bent S., Oyen E., Rustemeyer T., Jaspars L. Histopathology of red tattoo reactions. *Am. J. Dermatopathol.* 2021;43(5):331-337. <https://doi.org/10.1097/DAD.0000000000001751>
5. Laux P., Tralau T., Tentschert J., Blume A. A medical-toxicological view of tattooing. *Lancet*. 2016;387(10016):395-402. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)60215-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60215-X)
6. Brown H., Hannaford R. Recurrent lichenoid reaction to black tattoo ink: A case report and brief review of the literature. *Australas. J. Dermatol.* 2020;61(2):238-240. <https://doi.org/10.1111/ajd.13231>
7. Lane E. G., Eisen C. S., Ginter P. S., Drotman M. B. Ink on the move: tattoo pigment resembling axillary lymph node calcifications. *Clinical Imaging*. 2021;79:154-157. <https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2021.04.036>
8. Автандилов Г. Г. Основы количественной патологической анатомии. М.: Медицина, 2002. [Avtandilov G. G. Osnovy kolichestvennoj patologicheskoy anatomii. M.: Medicina, 2002. (In Russ.)].

Поступила 18.08.2022

Сведения об авторах:

Карымов Олег Наильевич, кандидат медицинских наук, заведующий отделением лазеротерапии и других аппаратных методов лечения и диагностики; тел.: 89267547954; e-mail: med_lazer@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7048-3605>

Калашникова Светлана Александровна, доктор медицинских наук, доцент, заведующая кафедрой анатомии; тел.: 89283359430; e-mail: kalashnikova-sa@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7688-9366>

Воробьев Александр Александрович, заслуженный деятель науки РФ, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой оперативной хирургии и топографической анатомии; тел.: 89023848447; e-mail: cos@volgmed.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8378-0505>

Полякова Людмила Викторовна, кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры анатомии; тел.: 89283359428; e-mail: lvpolyakova7@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-5349-1435>