



Обзор

Потенциальная взаимосвязь чернил для татуировок с лимфомой и злокачественными новообразованиями кожи: обзор

В.Б. Калиберденко, И.А. Яцков, М.М. Сутхар, Э.Р. Загидуллина✉, Н.С. Бурцев, С.Р. Якубова, Н.К. Плаксина, Ф.Э. Сулейманова

Ордена Трудового Красного Знамени Медицинский институт им. С.И. Георгиевского ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», Симферополь, Россия

✉m.igarasi@yandex.ru

Аннотация

Введение. Татуировка прошла путь от традиционных племенных традиций до широко распространенной современной практики в наши дни. В практике нанесения татуировок произошли социальные преобразования, которые привели к повышенным рискам для здоровья в краткосрочной и долгосрочной перспективе. Компоненты, присутствующие в чернилах для татуировок, включают комбинацию консервантов, органических пигментов и тяжелых металлов, таких как никель, хром и кобальт. Существующие черные чернила для татуировок содержат полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), которые, согласно документальным данным, обладают генотоксическими и канцерогенными свойствами. На сегодняшний день ни в одном комплексном обзоре не рассматриваются существующие доказательства связи ингредиентов чернил с механизмами развития рака наряду с их ролью в возникновении злокачественных новообразований.

Цель. Анализ имеющихся научных исследований состава чернил для татуировок, а также их всасывания через кожу и миграции по лимфатической системе с последующей оценкой риска развития злокачественных новообразований.

Материалы и методы. Литературный обзор включает в себя анализ научных работ из баз данных PubMed, MEDLINE, Embase, eLibrary, «КиберЛенинка» и Google Scholar.

Результаты. Химические вещества для чернил для татуировок природного происхождения включают как органические, так и неорганические вещества, а также ПАУ, азокрасители, диоксид титана и тяжелые металлы (например, никель, хром и кобальт). Вещества, содержащиеся в татуировках, подвергаются как фотодеградации, так и реакциям термического разложения, в результате которых образуются реакционноспособные промежуточные продукты, представляющие генотоксический риск. Исследования показали, что частицы чернил для татуировки перемещаются внутри лимфатических узлов, вызывая стойкое воспаление, которое приводит к снижению иммунного статуса. Медицинские эксперты связывают эти эффекты с процессами развития злокачественных новообразований. На связь между обширными татуировками на теле и более высоким риском кожных злокачественных новообразований и лимфом указывают несколько отчетов о клинических случаях и исследований, проведенных в регистрах, но причинно-следственная связь не была окончательно доказана.

Заключение. Имеющиеся данные демонстрируют возможную связь между развитием злокачественных новообразований и нанесением татуировок, которые в первую очередь несут урон для кожи и лимфоидной ткани. Новые исследования в области здравоохранения должны изучать текущие риски, связанные с чернилами для татуировок, поскольку установленные канцерогенные материалы, обнаруживаемые в чернилах, небезопасны для использования.

Ключевые слова: чернила для татуировок, канцерогенность, лимфома, новообразование кожи, полиароматические углеводороды, генотоксичность.

Для цитирования: Калиберденко В.Б., Яцков И.А., Сутхар М.М., Загидуллина Э.Р., Бурцев Н.С., Якубова С.Р., Плаксина Н.К., Сулейманова Ф.Э. Потенциальная взаимосвязь чернил для татуировок с лимфомой и злокачественными новообразованиями кожи: обзор. *Клинический разбор в общей медицине*. 2025; 7 (1): 82–86. DOI: 10.47407/kr2026.7.1.00759

Review

The potential relationship of tattoo ink with lymphoma and skin malignancies: an overview

Vitaly B. Kaliberdenko, Igor A. Yatskov, Manthan Manishkumar Suthar, Emiliya R. Zagidullina✉, Nikita S. Burtsev, Sevilya R. Yakubova, Nadezhda K. Plaksina, Feride E. Suleymanova

Georgievsky Order of the Red Banner Medical Institute, Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia

✉m.igarasi@yandex.ru

Abstract

Introduction. Tattooing has gone from traditional tribal traditions to widespread modern practice nowadays. The practice of tattooing has undergone social transformations that have led to increased health risks in the short and long term. The components present in tattoo ink include a combination of preservatives, organic pigments, and heavy metals such as nickel, chromium, and cobalt. Existing black ink for tattoos contains polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), which, according to documented data, have genotoxic and carcinogenic properties. To date, no comprehensive review has examined the existing evidence linking ink ingredients to cancer development mechanisms along with their role in the development of malignancies.

Aim. The purpose of the study is to analyze the available scientific studies on the composition of ink for tattoos, as well as their absorption through the skin and migration through the lymphatic system, followed by an assessment of the risk of developing malignant neoplasms.

Materials and methods. The literature review includes an analysis of scientific papers from the databases PubMed, MEDLINE, Embase, eLibrary, CyberLeninka and Google Scholar.

Results. Naturally occurring tattoo ink chemicals include both organic and inorganic substances, as well as polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) along with azo dyes, as well as titanium dioxide and heavy metals, which can include nickel, chromium and cobalt. The substances contained in tattoos are subject to both photodegradation and thermal decomposition reactions, which result in the formation of reactive intermediates that pose a genotoxic risk. Studies have shown that tattoo ink particles move inside the lymph nodes, causing persistent inflammation, which leads to a decrease in immune status. Medical experts associate these effects with the development of malignant neoplasms. The link between extensive tattoos on the body and a higher risk of skin malignancies and lymphomas exists based on several clinical case reports and studies conducted in registries, but the causal relationship has not been definitively proven.

Conclusion. The available data demonstrate the biological potential between the development of malignant neoplasms and tattooing, which primarily causes damage to the skin and lymphoid tissue. New health research should examine the current risks associated with tattoo ink, as the established carcinogenic materials found in the ink are unsafe to use.

Keywords: tattoo ink, carcinogenicity, lymphoma, skin neoplasm, polyaromatic hydrocarbons, genotoxicity.

For citation: Kaliberdenko V.B., Yatskov I.A., Suthar M.M., Zagidullina E.R., Burtsev N.S., Yakubova S.R., Plaksina N.K., Suleymanova F.E. The potential relationship of tattoo ink with lymphoma and skin malignancies: an overview. *Clinical review for general practice*. 2025; 7 (1): 82–86 (In Russ.). DOI: 10.47407/kr2026.7.1.00759

Введение

Татуировка прошла путь от традиционных племенных традиций до широко распространенной современной практики в наши дни. Около 30% представителей взрослого населения Америки и Канады в настоящее время имеют по крайней мере одну татуировку, и этот процент становится больше среди молодого поколения [1, 2]. В практике нанесения татуировок произошли социальные преобразования, которые привели к повышенным рискам для здоровья в краткосрочной и долгосрочной перспективах.

Компоненты, присутствующие в чернилах для татуировок, включают комбинацию консервантов, органических пигментов и тяжелых металлов, таких как никель, хром и кобальт [3, 4]. Существующие черные чернила для татуировок содержат полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), которые, согласно документальным данным, обладают генотоксическими и канцерогенными свойствами [5–7].

Пигменты татуировки распространяются за пределы дермы после инъекции в кожу. Спектроскопический и гистологический анализ доказал, что частицы чернил попадают в регионарные лимфатические узлы и запускают каскад реакций, который длится долгие годы [8, 9].

Текущие эпидемиологические исследования показывают, что нанесение татуировок связано с различными формами рака, особенно с поверхностными злокачественными новообразованиями и лимфомами. Данные исследований свидетельствуют о вероятной биологической связи, учитывая наличие канцерогенных веществ в чернилах для татуировок [10–12].

Надзорные органы, регулирующие использование чернил для татуировок, отстают от стандартов, применяемых к косметической и фармацевтической продукции, из-за недостаточной нормативной базы. В большинстве регионов не проводится полноценное предпродажное тестирование безопасности красок для татуировок, а нормативный контроль такой продукции остается бессистемным [6].

Датское популяционное исследование, проведенное в 2024 г., включало наблюдение за 11 905 пациентами с лимфомой среди 54 тыс. больных, чтобы определить, приводит ли нанесение татуировки к гематологическим

злокачественным новообразованиям. Обследование с учетом возраста, пола и статуса курения участников выявило связь между наличием татуировок и риском злокачественной лимфомы, который повышается на 21% по сравнению с нетатуированными пациентами [10].

Анализ показал, что наиболее высокий уровень риска отмечается для неходжкинской лимфомы из-за возможной связи между активацией иммунитета и увеличением продукции лимфоцитов, вызванным внедрением пигмента.

Для татуированных участков характерно развитие кожной плоскоклеточной карциномы и базалиомы. Постоянное раздражение кожи из-за распада пигмента играет важную роль в образовании опухоли [11, 12].

Описан клинический случай, когда кожная плоскоклеточная карцинома образовалась в месте татуировки черными чернилами у 52-летнего пациента мужского пола, согласно гистопатологическому анализу краев опухоли, которые содержали пигменты [12].

Исследование, проведенное в 2024 г., описывает случаи, когда у пациентов развивались как фолликулярная лимфома, так и диффузные крупноклеточные В-клеточные лимфомы на татуированных участках кожи или вблизи них [11]. Согласно исследованиям, возможным объяснением неопределенной причинно-следственной связи лимфом с татуировками является стойкая антигенная стимуляция пигментами татуировки [13].

Европейские дерматологические реестры отслеживают растущее число случаев злокачественных новообразований и дерматозов, связанных с татуировками, несмотря на сохраняющуюся проблему занижения отчетности. Основные усилия по стандартизации больничных систем учета направлены на определение того, как часто злокачественные новообразования развиваются в татуированных областях кожи у различных групп населения [14].

Вещество, придающее татуировке цвет, состоит из пигментов на органической и неорганической основе. Многочисленные исследования показывают, что при разложении чернил для татуировок образуются первичные ароматические амины, которые обладают канцерогенными свойствами [6, 15–17]. Цветовые вариации неорганических пигментов обусловлены составом

солей металлов. Исследования показали, что современные красные и желтые пигменты для татуировок содержат азосоединения [18, 19]. Чернила обладают улучшенными характеристиками благодаря добавкам, которые выполняют две важные функции: подавляют развитие микробов и предотвращают агрегацию пигмента.

Экспериментальная оценка чернил для татуировок показывает, что они содержат тяжелые металлы – свинец (Pb), кадмий (Cd), мышьяк (As), хром (Cr), ртуть (Hg) и никель (Ni) [20–24].

Черные чернила содержат группу соединений ПАУ, которые проявляют канцерогенные свойства [12, 25, 26]. Из кожи пигменты попадают в лимфатические узлы [27].

При разрушении пигмента образуются канцерогенные соединения, называемые первичными ароматическими аминами. Исследования показывают, что воздействие данных соединений вызывает повышение риска развития рака среди людей [28].

При нанесении на кожу пигменты татуировки инициируют иммуноопосредованный ответ. Макрофаги фагоцитируют пигментные частицы, которые удерживаются в тканях кожи или транспортируются по лимфатическим сосудам к регионарным лимфатическим узлам. Макрофаги, насыщенные пигментом, могут накапливаться в лимфоидной ткани, нарушая строение лимфатических узлов и иммунный статус, и могут заложить основу для лимфопролиферативных процессов.

ПАУ, такие как бензапирен, встречающиеся в черных чернилах для татуировок, являются хорошо известными генотоксинами. Эти соединения при воздействии ультрафиолетового излучения фотоактивируются и образуют активные формы кислорода, которые способны повреждать клеточные структуры, включая липидную стенку, белки и, что наиболее важно, ДНК. Окислительное повреждение ДНК, когда оно стойкое и не поддается коррекции механизмами клеточной репарации, увеличивает риск мутаций в онкогенах и генах-супрессорах, тем самым инициируя канцерогенез [29–32].

Азокрасители, широко используемые в цветных чернилах для татуировок (особенно красных, желтых и оранжевых), представляют собой еще одну категорию проблем. Эти пигменты могут подвергаться расщеплению под действием ферментов или ультрафиолета, высвобождая первичные ароматические амины, такие как о-толуидин и 3,3'-дихлорбензидин, классифицируемые как канцерогены. Амины не только мутагенны, но и генотоксичны, поскольку они препятствуют репликации ДНК и клеточному делению. Важно отметить, что эти продукты распада являются липофильными и могут сохраняться как в коже, так и в лимфатических тканях. Исследования показали, что лимфатические узлы у людей с татуировками часто содержат частицы чернил, что повышает вероятность долгосрочной активации иммунитета или даже прямого мутагенного воздействия на лимфатические клетки [33].

Тяжелые металлы, такие как кадмий и мышьяк, часто используемые в качестве стабилизаторов или красителей в чернилах для татуировок, также известны своим канце-

рогенным потенциалом [6, 34, 35]. Эти металлы вызывают окислительный стресс и вмешиваются в пути репарации ДНК. Кадмий, в частности, ингибирует эксцизионную репарацию нуклеотидов и репарацию оснований, снижая способность клетки восстанавливаться после эндогенного или экзогенного повреждения ДНК [36, 37].

Исследования злокачественных новообразований, связанных с татуировками, состоят в основном из отчетов о случаях, небольших серий случаев и ретроспективных анализов, которые не позволяют исследователям установить временные или причинно-следственные связи. Лица с татуировками не оцениваются в долгосрочных проспективных исследованиях для определения структуры заболеваемости раком [10, 12].

Каждая краска для татуировки содержит тысячи нерегулируемых органических и неорганических пигментов, которые производители разрабатывают без согласованных стандартов. Глобальное отслеживание ингредиентов чернил отсутствует, поскольку составы веществ сильно различаются между странами и компаниями [13].

Исследования подтверждают, что определенные частицы чернил действительно попадают в регионарные лимфатические узлы, но полное воздействие этого процесса на системы организма по-прежнему неизвестно [12, 39].

Результаты

В этом обзоре обобщены текущие данные, свидетельствующие о том, что воздействие чернил для татуировок может способствовать неблагоприятным последствиям для здоровья, особенно с поражением кожи и лимфатической системы. Присутствие канцерогенных веществ, таких как ПАУ, тяжелые металлы и азокрасители, в чернилах для татуировок вызывает озабоченность из-за их известных генотоксических и иммунотоксических свойств. Было показано, что эти компоненты, попадая в дерму, мигрируют по лимфатическим путям и накапливаются в лимфатических узлах, где они могут вызывать хроническое воспаление и окислительный стресс – состояния, которые, как известно, способствуют онкогенезу.

Клинические наблюдения и токсикологические исследования предполагают вероятную связь между нанесением татуировки и развитием определенных злокачественных новообразований, включая плоскоклеточный рак и различные лимфомы. Хотя в нескольких популяционных исследованиях сообщалось о росте заболеваемости раком у людей с густыми, плотно покрашенными татуировками, данные остаются предварительными и пока не устанавливают причинно-следственную связь. Ограничения включают небольшое количество крупномасштабных долгосрочных исследований и потенциальные мешающие факторы, такие как переменные образа жизни и генетическая предрасположенность.

Другой проблемой является разрушение пигментов татуировки под воздействием ультрафиолетового излучения или лазерной обработки, что может привести к

образованию вредных побочных продуктов, таких как первичные ароматические амины. Эти промежуточные продукты обладают установленным канцерогенным потенциалом, что повышает биологическую вероятность риска развития рака, связанного с татуировками.

Заключение

В этом обзоре обобщены новые данные о потенциальных последствиях воздействия чернил для здоровья, особенно о его связи с раком кожи и лимфатической системы. Хотя прямая причинно-следственная связь еще окончательно не установлена, растущее число токсикологических исследований, клинических наблюдений и отчетов о случаях позволяет предположить, что компоненты, обычно встречающиеся в чернилах для татуировок, такие как ПАУ, тяжелые металлы, азокрасители и наночастицы, могут инициировать биологические реакции, связанные с канцерогенезом. К ним относятся хроническое воспаление, окислительный стресс и нарушение иммунной регуляции, которые могут способствовать развитию опухоли. Более того, миграция частиц пигмента за пределы дермы в регионарные лимфатические узлы вызывает дополнительные опасения по поводу системного воздействия.

Учитывая глобальный рост распространенности татуировок, особенно среди молодого населения, потен-

циал долгосрочных последствий для здоровья требует более тщательного научного изучения. Существует настоятельная необходимость в междисциплинарных исследованиях, объединяющих токсикологию, дерматологию, онкологию и общественное здравоохранение, для уточнения рисков и обоснования политики. Не менее важным является осуществление более строгого и согласованного нормативного надзора за производством чернил для татуировок и раскрытием информации об ингредиентах для обеспечения безопасности потребителей. До тех пор, пока не будут сделаны более четкие выводы, необходимы осторожный подход и повышение осведомленности клиницистов и потребителей.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, связанного с публикацией этой статьи. Не сообщается о каких-либо финансовых связях, консультационных ролях или аффилированности с компаниями или организациями, которые могли бы повлиять на содержание данного обзора.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest related to publication of the paper. There are no reports of any financial ties, advisory role or affiliation with companies or institutions that might affect the review content.

Список литературы доступен на сайте журнала <https://klin-razbor.ru/>

The list of references is available on the journal's website <https://klin-razbor.ru/>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Калиберденко Виталий Борисович – канд. мед. наук, доц. каф. внутренней медицины №2 Ордена Трудового Красного Знамени Медицинского института им. С.И. Георгиевского ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского». E-mail: vit_boris@mail.ru; ORCID: 0000-0003-1693-3190; Scopus Author ID: 57211323024

Яцков Игорь Анатольевич – канд. мед. наук, доц. каф. внутренней медицины №2 Ордена Трудового Красного Знамени Медицинского института им. С.И. Георгиевского ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского». E-mail: egermd@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-5486-7262

Сутхар Мантхан Манишкумар – студент Ордена Трудового Красного Знамени Медицинского института им. С.И. Георгиевского ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского». E-mail: manssuthar86@gmail.com; ORCID: 0009-0007-5966-7749

Загидуллина Эмилия Рафилевна – студентка Ордена Трудового Красного Знамени Медицинского института им. С.И. Георгиевского ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского». E-mail: m.igarasi@yandex.ru; ORCID: 0009-0005-9693-5461

Бурцев Никита Сергеевич – студент Ордена Трудового Красного Знамени Медицинского института им. С.И. Георгиевского ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского». E-mail: Braveguards.mossad@yandex.ru; ORCID: 0009-0001-5372-8105

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Vitaly B. Kaliberdenko – Cand. Sci. (Med.), Georgievsky Order of the Red Banner Medical Institute, Vernadsky Crimean Federal University. E-mail: vit_boris@mail.ru; ORCID: 0000-0003-1693-3190; Scopus Author ID: 57211323024

Igor A. Yatskov – Cand. Sci. (Med.), Georgievsky Order of the Red Banner Medical Institute, Vernadsky Crimean Federal University. E-mail: egermd@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-5486-7262

Manthan Manishkumar Suthar – Student, Georgievsky Order of the Red Banner Medical Institute, Vernadsky Crimean Federal University. E-mail: manssuthar86@gmail.com; ORCID: 0009-0007-5966-7749

Emiliya R. Zagidullina – Student, Georgievsky Order of the Red Banner Medical Institute, Vernadsky Crimean Federal University. E-mail: m.igarasi@yandex.ru; ORCID: 0009-0005-9693-5461

Nikita S. Burtsev – Student, Georgievsky Order of the Red Banner Medical Institute, Vernadsky Crimean Federal University. E-mail: Braveguards.mossad@yandex.ru; ORCID: 0009-0001-5372-8105

Якубова Севилья Рифатовна – студентка Ордена Трудового Красного Знамени Медицинского института им. С.И. Георгиевского ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского». E-mail: yakubovasevilya20@mail.ru; ORCID: 0009-0004-1544-4533

Плаксина Надежда Константиновна – студентка Ордена Трудового Красного Знамени Медицинского института им. С.И. Георгиевского ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского». E-mail: plaksina-03-03@mail.ru; ORCID: 0009-0005-4427-020X

Судейманова Фериде Эрвиновна – студентка Ордена Трудового Красного Знамени Медицинского института им. С.И. Георгиевского ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского». E-mail: suleiman@yandex.ru; ORCID: 0009-0003-9606-6193

Поступила в редакцию: 28.05.2025

Поступила после рецензирования: 20.06.2025

Принята к публикации: 26.06.2025

Sevilya R. Yakubova – Student, Georgievsky Order of the Red Banner Medical Institute, Vernadsky Crimean Federal University. E-mail: yakubovasevilya20@mail.ru; ORCID: 0009-0004-1544-4533

Nadezhda K. Plaksina – Student, Georgievsky Order of the Red Banner Medical Institute, Vernadsky Crimean Federal University. E-mail: plaksina-03-03@mail.ru; ORCID: 0009-0005-4427-020X

Feride E. Suleymanova – Student, Georgievsky Order of the Red Banner Medical Institute, Vernadsky Crimean Federal University. E-mail: suleiman@yandex.ru; ORCID: 0009-0003-9606-6193

Received: 28.05.2025

Revised: 20.06.2025

Accepted: 26.06.2025