

Tatuajes: de la tinta a la dermatología

MARIAESTHER VÁSQUEZ-CHIRINOS¹, MARTÍN SÁNCHEZ², ADA BRIZUELA³, INGRID RIVERA⁴.

Resumen:

El mundo del tatuaje parece algo tan moderno que, posiblemente, no se toma en cuenta que este arte es realmente milenario y, quizás, uno de los primeros en conocerse en la Tierra. Esta técnica decorativa quizá deba interpretarse como una forma de comunicación o expresión de la identidad o de culto al cuerpo, lo que en la actualidad se conoce por body art, un tipo de arte conceptual en el que el propio cuerpo es el material o lienzo en el que se pinta y se modela. Múltiples son los tipos de tatuaje así como las complicaciones que ocasiona, para lo cual el dermatólogo debe estar entrenado, para identificar y tratarlas. Las encuestas sugieren que hasta un 11% de los individuos tatuados considera la eliminación del tatuaje por lo que el progreso científico y técnico en los últimos años ha hecho que sea posible eliminarlos total o parcialmente. Se trae una revisión actualizada del tema, que además de ser de interés al dermatólogo, representa una valiosa información para el individuo que planea tatuarse.

Palabras clave: tatuaje, tipos de tatuajes, complicaciones cutáneas, técnicas de eliminación, nuevos usos.

Tattoos: from ink to dermatology

Summary:

The world of cutaneous tattooing seems so modern that we do not realize that this art is actually ancient and, perhaps, one of the first to be known throughout history. This decorative technique may be interpreted as a form of communication or expression of identity or worship of the body, which is now known as "body art", a type of conceptual art in which the body itself is the canvas. There are multiple types of tattooing as well as cutaneous complications they may produce and dermatologists must be able to identify and treat them. Surveys indicate that up to 11% of people tattooed consider tattoo removal, so scientific and technical progress in recent years has made it possible to eliminate tattoos totally or partially through various treatments or modalities. An extensive, up-to-date review of the topic is provided, which in addition to being of interest to dermatologists, represents valuable information for those who plan on getting tattooed.

Key words: tattoo, types, cutaneous complications, elimination techniques, new uses.

1. Residente de postgrado de Dermatología y Sifilografía, Instituto de Biomedicina "Dr. Jacinto Convit". Universidad Central de Venezuela, Caracas.
2. Inmunólogo, Instituto de Biomedicina "Dr. Jacinto Convit". Universidad Central de Venezuela, Caracas.
3. Dermatólogo, Dermatopatólogo
4. Pediatra, Dermatólogo. Adjunto del Instituto de Biomedicina. Hospital Vargas de Caracas.

Autor para Correspondencia:
Mariaesther Vásquez-Chirinos
dra.mariaesther.vch@gmail.com

Introducción

La historia del tatuaje es larga, compleja y fascinante, convirtiéndose en un vestigio clave en la historia de la humanidad. Desde la antigüedad esta manifestación corporal ha servido a múltiples estudios antropológicos que han permitido establecer ciertas características culturales y sociales de muchas civilizaciones antiguas. Desde la época prehistórica hasta la actualidad, el tatuaje de una u otra forma ha estado presente como un factor decisivo en sectores específicos de la población mundial¹.

En el año 1991 se descubrió en un glaciar situado en la frontera entre Australia e Italia a "Ötzi", el ser humano tatuado más antiguo encontrado hasta la actualidad, también conocido como "el hombre del hielo", el cual presentaba tatuadas ciertas zonas corporales como el tórax, la espalda y las rodillas¹. También fue hallada a la sacerdotisa egipcia Amunet, diosa del amor y la fertilidad, cuyos tatuajes post-mortem eran símbolo de la valentía o madurez. Todos estos descubrimientos permitieron dar a conocer que en Egipto (país del que provienen los pigmentos de henna), las mujeres eran tatuadas para resaltar su estatus social, por lo que muchas momias eran tatuadas¹.

El explorador y colonizador europeo Thomas Cook, en el año 1771, al llegar a las islas de la Polinesia, exportó este arte a la sociedad occidental, convirtiéndose en el nuevo movimiento de la moda. Los aborígenes de Polinesia fueron los primeros en estamparse motivos en la piel, las cuales se caracterizaban por ser figuras geométricas y se asociaban a una mayor jerarquía. Se cree que el término tatuaje tiene su origen en el vocablo polinesio "ta" cuyo significado es "golpear" o en la expresión "tau-tau" utilizada para referirse al choque entre dos huesos. Sin embargo, otras fuentes reclaman que etimológicamente la palabra tatuaje tiene su origen en el vocablo francés *tatouage*, que se refiere al acto y al resultado de tatuar, que significa grabar dibujos indelebles introduciendo pigmentos en la dermis con agujas u otros objetos¹. A pesar de esta definición, el tatuaje consiste en la implantación intradérmica de pigmento, donde solo se tiñe la capa córnea de la piel¹.

Tanto los tatuajes como las distintas técnicas decorativas corporales, tal vez deban interpretarse como formas de comunicación o de expresión de la identidad o de culto que se realiza al cuerpo humano. Actualmente el conocido *body art*, es un ejemplo de arte conceptual en el que el propio cuerpo es el material o el lienzo utilizado en el que se pinta y se modela.

Mundialmente este concepto incide predominantemente en los estratos sociales más bajos con discreta preferencia en el sexo masculino¹. Sin embargo, en los últimos años se ha observado un

marcado aumento, principalmente en la población joven, en la demanda de los tatuajes, a nivel de todos los estratos sociales.

La realización de estas técnicas ornamentales, en conjunto con los piercings, los implantes dérmicos, entre otros, no están exentos de efectos adversos, razones por las cuales el dermatólogo debe familiarizarse con las distintas técnicas de decoración corporal que existen y conocer las posibles complicaciones y trastornos cutáneos que se puedan manifestar con cada uno de estos procesos, para establecer el tratamiento más adecuado, y posiblemente ayudar a prevenirlas informando a las personas interesadas en la aplicación de estas técnicas.

Incidencia

Algunos estudios indican que en las últimas décadas el aumento por esta forma de decoración corporal se ha incrementado en la población (3%-8%), y principalmente entre jóvenes en edades comprendidas entre los 12 y 18 años donde se observa que entre el 10% y el 16% de estos grupos de edades poseen algún tipo de tatuaje².

En Venezuela pocos reportes se han encontrado sobre la incidencia en la población en cuanto a los tatuajes, sin embargo en un estudio realizado en el año 2004, se evaluaron 12.125 pacientes que asistieron a la consulta de dermatología del Instituto de Biomedicina Dr. Jacinto Convit, donde se realizó además una encuesta escrita anónima a 50 médicos dermatólogos, y en el que los resultados arrojaron que el 9,6% de los pacientes estaban tatuados con igual prevalencia en ambos sexos. El 27% de los pacientes tatuados eran adolescentes entre 12 y 18 años y las ubicaciones más frecuentes fueron: brazos, manos, cejas y espalda. El 78% de los dermatólogos afirmó haber tratado pacientes con complicaciones de tatuajes, siendo las más frecuentes las infecciones, seguidas de reacciones granulomatosas y dermatitis por contacto³.

Tipos De Tatuajes

Según la finalidad

1. Traumáticos: Más común en niños. Resulta de la implantación traumática en la dermis de sustancias extrañas como asfalto, grafito, vidrio y metales como el tatuaje por amalgama^{4,5}.

2. Cosméticos o maquillaje permanente: también conocidos como micropigmentaciones son usados como alternativa del maquillaje convencional, no permanente, para delinear ojos, labios o cejas a través de un dermógrafo. Cobrando vigor en aquellas personas alérgicas a componentes del maquillaje o con trastornos visuales que imposibilite el maquillaje⁴.

3. Médicos o terapéuticos: En dermatografía (ej. de camuflaje para mejorar la apariencia estética en el vitiligo, cicatrices postquirúrgicas, alopecias parciales y malformaciones vasculares), en las etapas finales de cirugías reconstructivas (ej. reconstrucción complejo areola-pezones post-mastectomía) y en el campo de la radioterapia (que garantizan la localización exacta y precisa del objetivo previsto)⁴.

4. Decorativos o permanentes: Aquéllos que pretenden otorgar al individuo un cierto rasgo distintivo por determinadas creencias culturales, religiosas o sociales⁴.

5. Temporales o tatuaje temporal.

Según la temporalidad

1. Temporales: No requieren la inyección intradérmica del pigmento, sino que éste se aplica superficialmente tiñendo tan solo el estrato córneo, llamados también pseudotatuajes. Se realizan habitualmente con henna, pigmento natural obtenido de la planta *Lawsonia inermis* que deja la piel teñida de un color marrón rojizo y que se elimina al cabo de dos o tres semanas por el proceso fisiológico de renovación cutánea. Se puede adulterar con diversos aditivos como aceite de limón, vinagre u hojas de té con el fin de evitar su deterioro, y también se usa la parafenilenediamina (PPDA) o derivados de la misma para oscurecer el pigmento y conferir un tono más negro al producto final (henna negra)^{4,6}.

2. Permanentes: son aquellos para cuya técnica es necesaria el uso de agujas intradérmicas que depositan los diversos pigmentos en la dermis para así mantener el tatuaje durante el tiempo⁴.

Según el tatuador

a. No profesionales o amateur: Realizados por personal no cualificado, habitualmente bajo escasas o nulas condiciones de higiene, y suelen utilizar tinta china, carbón vegetal o cenizas como pigmento y un alfiler como instrumento. No suelen tener gran calidad artística y su realización aumenta considerablemente la probabilidad de padecer efectos secundarios indeseables, habitualmente de origen infeccioso⁴. (Figura 1A).

b. Profesionales: Realizados con pistola de tatuar, con gran calidad artística y profusión de detalles y, al menos en teoría, deben realizarse bajo unas estrictas condiciones higiénico-sanitarias en establecimientos especialmente habilitados para tal fin y siempre bajo la vigilancia y control de la administración regional⁴. (Figura 1B)



Figuras 1: Tipos de tatuaje A) Tatuaje no profesional o amateur B) Tatuaje profesional

Pigmentos

Las tintas son suspensiones de pigmentos, un pigmento es una materia colorante que se caracteriza por dar un tono específico (verde, amarillo, rojo, otros), pero que tiene la propiedad de ser insoluble en el medio en el que es incorporado, por lo tanto colorean por dispersión y la mayoría de estos son considerados biológicamente inertes; éstos pueden ser de naturaleza inorgánica (sales de metales) u orgánica¹.

En el pasado, los tatuadores utilizaban pigmentos inorgánicos que contenían metales pesados como el mercurio, cromo o cadmio, lo que resulta en el sulfuro de cadmio (amarillo), sulfuro de mercurio (rojo), o de óxido de cromo (verde). Dos pigmentos inorgánicos son importantes, todavía en uso, negro carbón para los tatuajes negros: que comprende principalmente partículas amorfas de carbono con un diámetro de unas pocas décimas de nanómetros, y el dióxido de titanio para reducir la intensidad del color; éste ha sido catalogado por la Agencia Internacional de Investigación en Cáncer (IARC) como posible carcinógeno para los seres humanos (Grupo 2B). Los pigmentos orgánicos son obtenidos por síntesis química, poseen todo el espectro de la gama de colores, ofreciendo tonos más brillantes que los pigmentos inorgánicos, estos son los pigmentos tipo azos y policíclicos^{1,7}.

Pigmentos coloreados

Se identifican ya sea por su número de índice químico o por el pigmento. Los pigmentos del tatuaje como PR22 se pueden descomponer por la radiación solar o por la exposición de ciertos pigmentos al láser, y se demostró como la causa de la disfunción de hígado en trabajadores de una fábrica de tinte para el cabello. Además, induce tumores renales y hepáticos, y es nefrotóxico en animales de experimentación⁷.

Máquinas de tatuar

Numerosos tipos de máquinas se han desarrollado a lo largo de los años; algunas eléctricas, otras impulsadas por aire, incluidas las máquinas de una o doble bobina, rotatoria o híbridas. Una máquina de bobina puede ser muy ruidosa, mientras que las máquinas rotativas sólo hacen un zumbido, una ventaja para las personas nerviosas. Otras ventajas son su falta casi total de la vibración y su bajo peso (algunos pesan por debajo de 50 g). A finales de la década de los años 80 se comenzó a trabajar con agujas y tubos de acero inoxidable, que eran esterilizados junto con las agujas en autoclave. Actualmente se ha desplazado el uso de material acero inoxidable por el uso tubos de plástico desechables¹.

El proceso del tatuaje

La colocación de material o cuerpo extraño: "pigmento" en la capa dérmica de la piel se realiza a través de un proceso de micropunciones utilizando agujas sólidas. Los instrumentos utilizados para entregar el pigmento ahora incluyen dispositivos con múltiples y delgadas agujas que llevan la tinta por atracción capilar, la mayoría son accionadas en un movimiento de vaivén longitudinalmente, con la fuerza de perforación hacia abajo. La profundidad y frecuencia de penetración puede variar en función de la máquina y del operador. Actualmente la concentración de pigmento por cm² es de aproximadamente 0,60 a 9,42 mg, con un promedio de 2,5 mg/cm², la cual dependerá del tamaño de los cristales, la concentración aplicada a la superficie de la piel, la intensidad de color deseada y el tipo de tatuaje. La cantidad de pigmento del tatuaje que finalmente se retiene en la piel depende del tipo de tinta, el operador, y la máquina que se utiliza para perforar la piel. La aguja vibrante puede ser más destructiva, especialmente a la membrana basal. Un operador sin experiencia puede perder más tinta en la superficie o puede depositar pigmento demasiado lejos en la dermis profunda donde se disipa el color más rápido⁷.

Evolución natural del tatuaje

El cuerpo reacciona a la presencia de este material extraño en la forma de una reacción inflamatoria para lograr su degradación. Este proceso dura toda la vida y las reacciones se pueden producir por hipersensibilidad a los pigmentos del tatuaje en un lapso de tiempo muy variable. La comprensión de los aspectos histopatológicos de las complicaciones al tatuaje requiere el conocimiento de la evolución natural del tatuaje⁷.

Aspectos macroscópicos

Cada punción produce la ruptura de los capilares superficiales, resultando en la producción de una película delgada de sangre en la superficie de la piel. En ausencia de trastorno hemostático, el sangrado que se produce es de moderada cantidad y se detiene rápidamente. Una reacción inflamatoria dolorosa aparece desde el principio del tatuaje. Al final de la sesión, la piel tatuada es eritematosa y edematosa. Los orificios pilosos se dilatan en la zona del tatuaje, dando un aspecto característico de "piel de naranja". Recién tatuada la piel los colores al final de la sesión son brillantes dando la impresión de que la piel acaba de ser pintada, este aspecto es debido a los depósitos de pigmentos en la epidermis. La respuesta inflamatoria dura sólo unas pocas horas. El edema da paso a eritema e induración. La recuperación suele ser completa en dos o tres semanas. Durante el resto de la vida, el tatuaje sigue evolucionando: los contornos se difuminan, los colores se desvanecen. La explicación radica en la fagocitosis progresiva de pigmentos por los macrófagos que luego migran y se depositan en los ganglios linfáticos locorreionales. Los macrófagos restantes se dispersan a la periferia del tatuaje y son responsables de la difusión aparente del pigmento y de los bordes menos definidos^{7,8}. (Figuras 2A, 2B, 2C, 2D)

Aspectos microscópicos

Desde finales del siglo XIX, se ha descrito la histología del tatuaje: no como pigmento en la epidermis, sino entre la dermis y los haces de colágeno, con migración de pigmentos a los vasos linfáticos⁷.

En los estudios de la fotocarcinogénesis se ha empleado un modelo de ratón sin pelo SKH1, este mismo modelo murino fue utilizado para estudiar el tatuaje; lo que ha permitido observar los cambios histológicos sucesivos del proceso de curación en la piel de los ratones entre el día 0 y 14. Este proceso es similar en humanos con un tiempo de curación de aproximadamente 15 días. El trauma ocasionado por las agujas durante la perforación de la piel es muy rápido y produce necrosis e inflamación epidérmica que mejora al 3er día y desaparece por completo en el día 7 en ratones. Durante la cicatrización de heridas, las capas epidérmicas se eliminan gradualmente. Hay hiperplasia epidérmica y exudado en el sitio de las perforaciones antes de la curación. En la dermis, aparece edema tisular no específico tan pronto como las agujas perforan la tinta en la piel y ésta se deposita^{7,8,9}.

El tatuaje no permanece inerte histológicamente durante la vida. En condiciones normales sigue habiendo una activación no

específica de los macrófagos y cambios inflamatorios discretos, para intentar degradar el material extraño, como fibrosis moderada, proliferación de la dermis papilar e inflamación linfocítica no específica⁹.

Distribución, absorción y metabolismo

Se ha demostrado que aproximadamente 2,5mg de pigmento puede ser inyectado en 1 cm² de piel. Experimentos en animales demostraron que un tercio del mismo, desaparecía de la piel algunas semanas después del procedimiento. Se asume que algunos pigmentos del tatuaje permanecen en la piel debido a que las partículas son insolubles o muy grandes para ser transportadas por los macrófagos. El resto del pigmento del tatuaje se observa en los ganglios linfáticos localizados cerca del tatuaje.

Los pigmentos del tatuaje de color, en particular el color rojo, es el principal responsable de reacciones adversas en piel que ocurren con mayor frecuencia en las extremidades¹.

Después de tatuar la piel las partículas de pigmento son encontradas en el citoplasma de la célula y en los lisosomas e incluso los macrófagos también pueden contenerlas. A primera vista, en el proceso del tatuaje se inyectan pigmentos que parecen permanecer en la piel para siempre, sin embargo, se pueden reducir la concentración de pigmentos en la piel a través de tres mecanismos principales¹:

Primer lugar: con el sangrado durante o inmediatamente después de los tatuajes.

Segundo lugar: parte del pigmento puede ser transportado lejos de la piel a través del sistema linfático o circulatorio.

Tercer lugar: parte del pigmento es degradado en meses o años, debido a que el tatuaje es expuesto a diferentes fuentes de luz, en particular, a la radiación solar, incluyendo la radiación UV.



Figuras 2: Evolución natural del tatuaje. A) A las 12 horas. B) A las 48 horas. C) A los 7 días. D) A los 21 días.

Complicaciones Del Tatuaje

La presentación clínica de las reacciones adversas no es específica, varían desde prurito aislado hasta lesiones cicatriciales y ulceradas⁸. De igual forma los patrones histológicos observados en estas complicaciones no son específicos y pueden superponerse en la misma biopsia, de allí que algunos autores prefieran clasificar las reacciones adversas a tatuajes desde el punto de vista de las lesiones clínicas y no utilizando los patrones histológicos⁹. Sin embargo nosotros clasificaremos estas reacciones adversas siguiendo la guía de Thum, publicada recientemente, en reacciones inflamatorias agudas, infecciosas, reacciones de hipersensibilidad o alergia al pigmento y tumores originados sobre los mismos¹⁰.

1. Reacciones inflamatorias

Ocurren semanas e incluso años tras la realización del tatuaje. Aunque se ha pretendido clasificar estas reacciones tardías en distintos patrones clínico-patológicos, en la práctica puede resultar difícil tal individualización debido a la inespecificidad de las manifestaciones clínicas y al solapamiento de los patrones histológicos¹⁰.

Dermatitis por contacto alérgicas: Se caracterizan clínicamente por la aparición de lesiones eczematosas limitadas al área tatuada, con ocasional generalización secundaria, bien sea producto de la misma tinta o de productos de cuidado posterior al tatuaje recomendados por el tatuador. Histológicamente, se caracterizan por la presencia de acantosis, espongirosis y un infiltrado inflamatorio linfocitario perivascular. Se asocian a éstas los tatuajes rojos, especialmente aquellos que contienen mercurio y los pseudotatuajes de henna^{10,11,12}. (Figura 3)



Figuras 3: Pápulas eritematosas bien delimitadas que confluyen en placas sobre el tatuaje, secundarias a la colocación de petrolato de zinc de manera compresiva durante 72 horas.

Reacciones liquenoides: Para algunos autores son las que se presentan con más frecuencia, en un área concreta del tatuaje, siendo la expresión de la hipersensibilidad de tipo retardado. El aspecto clínico de las lesiones no siempre es la de un liquen plano (LP), pero la histología siempre revela una reacción liquenoide, con infiltrado linfohistiocitario subepidermal inflamatoria basal, con degeneración vacuolar de la membrana basal, hiperqueratosis, acantosis e hipergranulosis con presencia de cuerpos hialinos en la dermis la epidermis (cuerpo Civatte). Los pigmentos que contienen mercurio en su composición son los más frecuentemente implicados^{10,13,14}.

Reacciones granulomatosas: Se pueden presentar como reacciones a cuerpo extraño con numerosas células gigantes que contienen en su interior partículas de pigmento o como reacciones de hipersensibilidad con escasas células gigantes. Estas se han asociado al uso de cromo, mercurio, cobalto y manganeso^{10,15}.

Reacciones pseudolinfomatosas: Se manifiestan como nódulos eritematovioláceos indurados limitados al área tatuada. Histológicamente simulan linfomas cutáneos T o B, aunque su comportamiento biológico, por definición, es benigno. De manera característica, los linfocitos muestran policlonalidad, al contrario que los auténticos linfomas cutáneos. Este tipo de reacción se ha descrito asociada al uso de pigmento rojo fundamentalmente, pero también al verde y al azul^{10,16}.

Hiperplasia pseudoepiteliomatosa: se presenta como efecto secundario tras la realización de un tatuaje. La importancia de este hallazgo radica en la dificultad a la hora de diferenciarlo de auténticas neoplasias cutáneas como el carcinoma escamoso o el queratoacantoma. Se caracteriza desde un punto de vista histológico por una acantosis irregular que afecta la epidermis y el infundíbulo folicular, ausencia de atipia citológica y una escasa actividad mitótica^{10,16}.

Reacciones esclerodermiformes: excepcionalmente se ha descrito un caso de una mujer de 25 años. El análisis histológico mostró un infiltrado linfocitario perivascular dermis superficial y profunda asociados con células plasmáticas dispersas, depósitos de pigmento dentro y fuera de las células, engrosamiento e hialinización del colágeno, una desaparición de las células y la proliferación de grasa y fibroblastos intersticial. Las fibras elásticas eran pequeñas y fragmentadas^{10,16}.

2. Enfermedades infecciosas

Durante el proceso de tatuaje, el pigmento penetra en la dermis y entra en contacto con capilares sanguíneos y vasos linfáticos, por lo que es posible la transmisión de enfermedades infecciosas. Las piodermitis estafilocócicas y estreptocócicas son relativamente frecuentes, ya sea por su adquisición durante el procedimiento, o por la ausencia de cuidados posteriores. Se ha observado un aumento importante de infecciones bacterianas sistémicas cuya puerta de entrada son los tatuajes^{1,13}.

La realización de un tatuaje supone un factor de riesgo conocido para la adquisición de ciertas infecciones virales como la hepatitis B. A pesar de estas controversias, no está permitida la donación de sangre hasta 6 o 12 meses después de la realización de un tatuaje. También se han descrito casos aislados de infecciones cutáneas por el virus del papiloma humano o moluscos contagiosos tras la realización de tatuajes. Incluso se han descrito casos de molusco contagioso y VPH (Figura 4). Las miobacteriosis también son frecuentes, pudiéndose aislar micobacterias atípicas incluso en el recipiente de la tinta del tatuaje^{1,17}.



Figuras 4: Pápulas verrugosas grisáceas, bien definidas que forman placas sobre tatuaje, compatible con verrugas vulgares.

3. Tumores

Varios artículos hacen referencia a la aparición de tumores cutáneos malignos sobre los tatuajes. Hasta el momento se han publicado casos de melanoma maligno, carcinomas basocelulares, carcinomas espinocelulares, queratoacantomas y dermatofibrosarcoma protuberans. Por los casi 50 casos de malignidades cutáneas reportadas sobre tatuajes en los pasados 40

años y millones de individuos tatuados en el mundo, el número de casos de cáncer reportado es muy bajo, por lo tanto esta asociación de malignidad cutánea-tatuaje en la actualidad es considerada como coincidencia.

Actualmente, la causa de la aparición de estos tumores en áreas tatuadas es desconocida. La reacción inflamatoria provocada por la realización del mismo tatuaje, la introducción intradérmica de compuestos potencialmente tóxicos o carcinogénicos, junto con la exposición a radiación ultravioleta y, probablemente, factores genéticos, podrían intervenir en su etiopatogenia^{13,16,18}.

Técnicas de eliminación del tatuaje

Aunque las encuestas sugieren que hasta un 20% de las personas pueden estar satisfechos con su tatuaje, el 11% considera la eliminación. A pesar de que los tatuajes se consideran como marcas permanentes en el cuerpo, en los últimos años gracias al progreso científico y técnico se ha hecho posible la eliminación de los mismos de manera total o parcial a través de varios tratamientos o modalidades¹⁹.

Eliminación ablativa de tatuajes

Uno de los primeros métodos empleados en la antigüedad es conocido como "sal-abrasión", y fue presentado por el médico griego Aecio en el año 543 AD, en este proceso se incorporaba la aplicación de sal y la abrasión para frotar las capas superiores de la piel. En épocas remotas se usó un pincel de alambre o diamante fraise para mecánicamente raspar la piel tatuada, también era común el uso de ácido tricloroacético para eliminar químicamente las capas superiores de la piel¹⁹.

Una innovación importante en el área de la remoción de tatuajes fue el uso del láser en dermatología. En 1965, Leon Goldman demostró por primera vez la capacidad del láser quality switch (QS) de rubí que de forma selectiva destruía pigmentos en la piel. Sin embargo, debido a que los mecanismos y el potencial en medicina de estos láseres de alta energía no se entendían muy bien para el uso dermatológico, su uso fue abandonado. A principios de la década de 1970, una gran variedad de láseres continuos fueron desarrollados para fines científicos e industriales, incluyendo el dióxido de carbono (infrarrojo lejano, 10,6 mm de longitud de onda) y de iones de argón (Ar-ion; espectro visible de 488 y 514 nm)¹⁹.

Aunque las modalidades de tratamiento láser ablativo para la

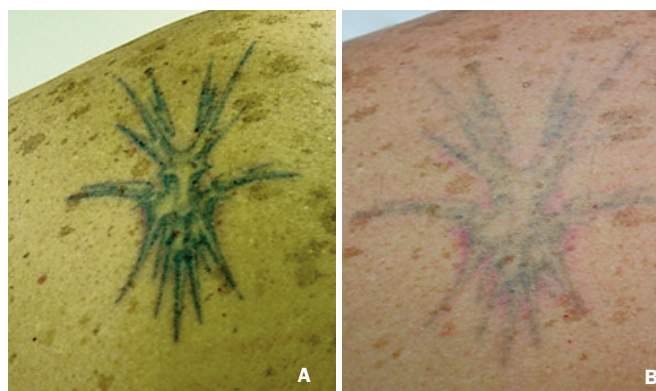
eliminación de tatuajes eran de poco éxito, a menudo fueron acompañados por una amplia gama de efectos secundarios no deseados, incluyendo cicatrices y alteraciones de la pigmentación. Además, el resultado clínico era a menudo impredecible y los resultados no eran satisfactorios. Por esta razón, la demanda de tratamientos láser más seguros se hizo evidente¹⁹.

Métodos no ablativos de eliminación de tatuajes

La teoría revolucionaria de la fototermólisis selectiva, descrito por Anderson y Parrish a principios de 1980, preparó el terreno para una nueva generación de la eliminación de tatuajes basados en láser. El efecto electromecánico, también conocido como fotoacústico o fotodisrupción, es típico de los láseres en modo Q-Switched que emiten en el rango de los nanosegundos (ns). El láser presenta una densidad de potencia alta (>108 W/cm²) en tiempo muy corto (ns o incluso ps). Estos parámetros producen ondas de presión o acústicas por una expansión termoelástica de los tejidos y ruptura final de la diana¹⁹.

Láser conmutado

El láser de rubí QS, introducido por William H. Reid en 1983 fue el primero disponible en el mercado seguido de la QS Nd:YAG y QS Alejandrita. Sin embargo, debido a que el pigmento tatuado viene en una amplia gama de colores, múltiples longitudes de onda de luz láser son necesarias para eliminarlos con éxito. Los estudios han demostrado que los tatuajes de pigmentos oscuros teóricamente, pueden ser tratados por cualquier láser, porque el negro absorbe prácticamente todas las longitudes de ondas de luz. Estos tratamientos son frecuentemente asociados con cambios pigmentarios transitorios incluyendo rara despigmentación¹⁹. (Figuras 5A, 5B).



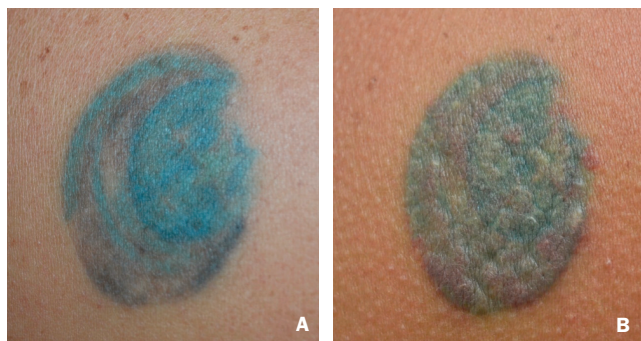
Figuras 5: Uso de laser QS:NdYAG. 5A. Semana 0. 5B Posterior a 4 sesiones de laser (1 sesión mensual)

Nuevos avances en la eliminación de tatuajes asistida por láser

La eliminación con láser asistida con varios QS sigue siendo la terapia estándar de oro para la remoción de tatuajes. Sin embargo se requieren múltiples sesiones hasta alcanzar su completa eliminación o el aclaramiento aceptable de la piel pigmentada. El número de sesiones de tratamiento depende del color del pigmento, la composición, la densidad, la profundidad, la edad del tatuaje, la localización en el cuerpo, y la cantidad y tipo de tinta utilizada. Para tatuajes no profesionales o amateurs se necesitará en promedio de 4 a 6 sesiones, cada 2 meses para evitar cicatrices; a diferencia de los trabajos profesionales que requerirán hasta 20 sesiones mínimo¹⁹.

Tratamiento multipass o multipase

Los estudios recientes se han centrado en la posibilidad de eliminar eficazmente los tatuajes en menos sesiones de tratamiento, utilizando un método multipass. Para que sea eficaz, las reacciones inmediatas de blanqueamiento cutáneo inducidas por el láser (probablemente como resultado de la cavitación inducida térmicamente a través de la formación de burbujas en la dermis), debe desaparecer antes de la entrega de cada pasada, que puede ser logrado de 2 maneras: por la espera de la resolución espontánea de las reacciones de blanqueamiento, que requiere un promedio de 20 minutos de tiempo después de cada pasada (método R20) o por aplicación tópica de perfluorodecalina (PFD), un gas altamente soluble (fluorocarbono líquido), que resuelve el blanqueamiento dentro de segundos (método R0)¹⁹. (Figuras 6A, 6B).6B. Blanqueamiento cutáneo inducido por Láser.



Figuras 6A) Tatuaje original; Figura 6B) Blanqueamiento cutáneo inducido por láser.

Dispersión dérmica de reducción

La absorción y la fuerte dispersión natural de la epidermis y la dermis pueden reducir significativamente la profundidad de la penetración y la energía del láser para que pueda alcanzar el pigmento del tatuaje contenido en la dermis. Esto se hace aún más evidente cuando se trata de tatuajes de color rojo, naranja o amarillo. Estas tintas tienden a consistir en pigmentos que necesitan láseres de longitud de onda más cortas, tal como el 532-nm QS Nd: YAG, cuya eficacia está limitada por la dispersión de la piel y la absorción de hemoglobina. Por lo tanto, las técnicas de limpieza y eliminación óptica, pueden ser utilizadas para reducir eficazmente la dispersión dérmica a través de inyecciones intradérmica o transdérmica de agentes de limpieza y eliminación óptica (ODECA) con índices de alta refracción, tales como glicerol, dimetilsulfóxido, y la glucosa que han demostrado reducir significativamente la dispersión dérmica en modelos animales¹⁹.

Imiquimod

Los hallazgos histopatológicos han demostrado que en la fase aguda de la colocación del tatuaje, los pigmentos persisten libres como gránulos en la epidermis y la dermis hasta 1 semana después de la colocación, antes que la maduración haya sido completada. En esta fase aguda la respuesta del pigmento a las técnicas de eliminación de tatuajes puede ser aumentada. Estudios realizados en cobayos confirma esta hipótesis e indica el éxito y el retiro no quirúrgico de los tatuajes de fase aguda por la aplicación tópica de crema de imiquimod al 5% durante 7 días. Es un fármaco inmunomodulador que aplicado tópicamente estimula indirectamente tanto la respuesta inmune innata, como la adquirida mediada por células. Por lo tanto, el imiquimod se cree que interfiere con la fagocitosis del pigmento del tatuaje y previene su maduración¹⁹.

Láser en picosegundos

La mayoría de los pigmentos del tatuaje tienen un tamaño de partícula de 30 a 300 nm, que corresponde a un tiempo de relajación térmica de menos de 10 nanoseg. Mientras más corta es la longitud de onda del pulso, más rápido es el proceso de calentamiento de los cromóforos objetivo, y en consecuencia más eficaz la eliminación del tatuaje. Además de los láseres QS que ofrecen una duración de pulso ya en nanosegundos (10 a la 9 s) existen tecnologías láser más nuevas que acortan ese tiempo de

impulso de picosegundos (10 a la 12s), que prometen resultados más eficaces. Quince años atrás se conocía que para la misma energía del láser, la eliminación del tatuaje se volvía más eficiente con el láser pulsado con longitudes de onda acortadas a la gama de picosegundos. El primer láser de picosegundos disponible comercialmente fue el láser de alejandrita 755 nm, en el primer trimestre de 2013. Recientemente estudios ya confirman la eficacia de longitudes de pulso más cortas en el tratamiento de tatuajes con una seguridad equivalente a la de QS laser¹⁹.

Nuevos usos del tatuaje en la medicina

Actualmente se ha desarrollado y expandido una nueva rama de la dermatología, denominada Dermatografía, y se basa en el tatuaje de camuflaje a través del uso del dermógrafo para corregir ciertas imperfecciones de la piel como el vitíligo o la alopecia areata, en este último caso a través de la técnica del "hair to hair" o "de pelo a pelo", con satisfactorios resultados posterior a unas pocas sesiones con un final bastante natural²⁰.

Bajo la premisa de que el tatuaje resulta de la implantación de pigmentos en la piel o mucosas y que de manera efectiva a través de la transparencia epitelial se puede observar, es innegable que es una prueba fehaciente de que la perfusión cutánea a través de microperforaciones es un procedimiento efectivo. Este método se usó para dos experimentos interesantes reportados en la literatura a través de la adaptación dermatológica de la pistola de tatuar a equipos médicos destinados para los fines de cada investigación según los objetivos de los mismos:

1.- La infusión de sulfato de Bleomicina en pacientes con queloides.

La introducción de ingredientes activos en la dermis es un reto. Las drogas tópicas tienen una penetración variable. A pesar de que la inyección intralesional es un método efectivo tiene algunas debilidades como: a) La aplicación del producto es técnico-dependiente con distribución irregular en la dermis, b) la microdosificación es difícil cuando se trata de grandes zonas, c) es difícil de estandarizar la cantidad y profundidad de la aplicación, d) es difícil inyectar lesiones superficiales, nace a partir de aquí la justificación de dicho estudio²¹. Shelley acuñó el término "bleopuntura", que consistía en inyectar múltiples veces bleomicina en cicatrices. Posteriormente, España y col. publicaron el artículo

"Bleomicina en el tratamiento de queloides y cicatrices hipertróficas a través de múltiples inyecciones"²², de igual forma Farahnaz utiliza el término de "tatuar" al acto de perforar e inyectar bleomicina a través de agujas y estableció mayor eficacia con este procedimiento versus aquéllos tratados con infiltración intralesional de esteroides combinado con crioterapia²³; este mismo experimento fue reproducido por Sadeghinia, utilizando 5-Fluorouracilo²⁴. Estas combinaciones de medicamentos no solamente lograron mejoría clínica de los queloides desde el punto de vista macroscópico sino que también se midió el grosor de las mismas a través de biopsias comparativas pre y pos-tratamiento con resultados satisfactorios observándose disminución de hasta 1mm menos de espesor²¹.

2.- Tratamiento de Leishmaniasis Cutánea a través de la técnica del tatuaje.

Uno de los tratamientos para esta parasitosis es la colocación de tratamiento intralesional con estibogluconato o antimonioato de meglumine, los cuales son excelentes leishmanicidas, sin embargo están contraindicados en lesiones en cara, en niños y en lesiones cercanas a superficies cartilaginosas o periorificiales, haciéndose necesario el desarrollo de nuevas terapias tópicas para su tratamiento. Shio y col usó la técnica del tatuaje como tecnología para administrar drogas anti-leishmania en la dermis. Para ello utilizaron ratones (Balb/c) previamente infectados con formas amastigotas, que fueron clasificadas luego de la formación de nódulos y de ulceración en la cola (sitio donde fue inoculada L. major) y el componente Oleilfosfolina (OIFC), que in vitro se observó que era eficazmente leishmanicida. Se clasificaron en 4 grupos: control, OIFC tópica, OIFC intraperitoneal y OIFC tatuada. Se evaluaron a los días 0, 7, 14, 21 y 28 y se evaluó una escala análoga visual, con medición en mm de las lesiones, así como biopsias de piel y carga parasitaria. En comparación con los demás grupos la OIFC colocada vía tatuaje fue 100% efectiva, no solo al eliminar en su totalidad las lesiones de piel sino también al disminuir a cero la carga parasitaria al día 28,²⁵.

3.- Tatuaje microencapsulado

Klitzman diseñó una tinta permanente pero más removible usando pigmentos insolubles y biorreabsorbibles (tales como beta-caroteno y óxido de hierro), que se estabilizan a través de la microencapsulación en microesferas transparentes de polimetilmetacrilato; éstas contienen discretas cantidades de

pigmentos que pueden ser blanco de longitudes de onda de láser específicas. La eliminación de tatuajes a través de láser causará que la cápsula se rompa, exponiendo el pigmento, que será reabsorbido por el cuerpo a través de la fagocitosis natural durante los 6-12 meses. Con una sola sesión se logra eliminar eficazmente el 80% de la intensidad de este pigmento, mientras que sólo el 20% de la tinta convencional es eliminada en un solo tratamiento con láser. Aunque estos resultados parecen prometedores, la seguridad y eficacia de la tinta microencapsulada del tatuaje en la piel humana necesita ser investigada en otros estudios²⁰.

Conclusiones

El tatuaje como arte milenario implica la introducción de pigmento en la dermis y representa un eslabón fundamental para el conocimiento del comportamiento socio-cultural de las antiguas comunidades.

El verdadero tatuaje se clasifica en: traumáticos, cosméticos, médicos y decorativos. Recordar que los pseudotatuajes (Henna) no pertenecen a esta clasificación en vista de que el pigmento reposa en la epidermis.

Con el incremento de la popularidad y aceptación social de los tatuajes aumenta la posibilidad de encontrar reacciones adversas inducidas por éstos, las cuales en su mayoría pueden ser agrupadas usando el algoritmo de enfermedades inflamatorias de Ackerman. En adición a sus propiedades cancerígenas, HAP ejercen una amplia gama de efectos deletéreos hacia tejido y las células como la mutagénesis de oncogenes en la piel, son por lo tanto potentes inmunotóxicos que alteran la activación funcional de linfocitos e inhiben la diferenciación de los macrófagos.

La eliminación del tatuaje a través del LÁSER corresponde a un método no ablativo, seguro y eficaz mediante el calentamiento y posterior microfragmentación del pigmento como cromóforo externo que facilite su fagocitosis macrófaga.

La técnica de tatuaje para la administración de drogas en la dermis es efectiva en el tratamiento de queloides y leishmaniasis cutánea y abre la puerta a una nueva vía terapéutica para patologías como la psoriasis, cáncer u otras enfermedades infecciosas ●

Referencias

1. Serup J, Kluger N, Bäumlér W, Itin P, Jemec GBE. Tattooed Skin and Health. *Curr Probl Dermatol*. 2015;48:4-184.
2. Sierra X. Tatuajes. Un estudio antropológico y social. *Piel*. 2009; 24(6):314-24.
3. Misticone S, Kanee C, Ortiz W, Ortega J. Tatuajes y perforaciones corporales: ¿qué tan frecuentes son? *Rev Dermatol Venezol*. 2004;42(4):18-21.
4. Mataix J, Silvestre J.F. Reacciones cutáneas adversas por tatuaje y piercings. *Actas Dermo-sifilogr*. 2009;100(8):643-656.
5. Sardi J, Reyes O. Tatuaje por amalgama. *Rev Dermatol Venezol*. 2008;46(4):26-27.
6. Kazandjieva J, Grozdev I, Tsankov N. Temporary henna tattoos. *Clinics in Dermatol*. 2007;25(4):383-387.
7. Kluger N, Plantier F, Moguelet P, Fraitag S. Les tatouages: histoire naturelle et histopathologie des réactions cutanées. *Ann dermatol et vénéréo*. 2011;138(2):146-154.
8. Islam PS, Chang C, Selmi C, Generali E. Medical Complications of Tattoos: A Comprehensive Review. *Clin Rev Allergy Immunol*. 2016;50:273-86.
9. Serup J, Carlsen KH, Sepehri M. Tattoo complaints and complications: diagnosis and clinical spectrum. *Curr Probl Dermatol*. 2015;48:48-60.
10. Thum CK. Inflammatory complications related to tattooing: a histopathological approach based on pattern analysis. *Am J Dermatopathol*. 2015;37(1):54-66.
11. Shinohara MM, Nguyen J, Gardner J, Rosenbach M. The histopathologic spectrum of decorative tattoo complications. *J Cutan Pathol*. 2012;39(12):1110-1118.
12. Ramírez-Andreo A, Hernández-Gila A, Brufaua C, Marina N et al. Dermatitis de contacto alérgica a tatuajes temporales de henna. *Actas Dermosifilogr*. 2007;98(2):91-95.
13. Otero M, Hermida MD, Rodríguez RG, Della G et al. Tatuajes: revisión. *Arch Argent Dermatol*. 2006;56:209-2017.
14. Taafe A, Knight AG, Marks R. Lichenoid tattoo hypersensitivity. *Br Med J*. 1978;1(6113):616-618.
15. Shinohara M, Nguyen J, Gardner J, Rosenbach M, Elenitsas R. The histopathologic spectrum of decorative tattoo complications. *Journal Cutan Pathol*. 2012;39(12):1110-1118.
16. Kluger N, Koljonen V. Tattoos, inks, and cancer. *The Lancet Oncol*. 2002;13(4):161-168.
17. Preda VA, Maley M, Sullivan JR. Mycobacterium chelonae infection in a tattoo site. *Med J Aust*. 2009;190(5):278-279.
18. Anthony EP, Godbolt A, Tang F, McMeniman E. Malignant melanoma disguised in a tattoo. *Austr J Dermatol*. 2015;56(3):232-233.
19. Khunger N, Molpariya A, Khunger A. Complications of tattoos and tattoo removal: Stop and think before you ink. *Journal of cutaneous and aesth surg*. 2015;8(1):30.
20. Luebberding S, Alexiades-Armenakas M. New Tattoo approaches in dermatology. *Dermatologic Clinics*. 2014; 32(1):91-96.
21. Arbache S, de Godoy C. Microinfusion of drugs into the skin with tattoo equipment. *Surg Cosmet Dermatol*. 2013;5(1):70-4.
22. España A, Solano T, Quintanilla E. Bleomycin in the treatment of keloids and hypertrophic scars by multiple needle punctures. *Dermatologic Surgery*. 2001;27(1): 23-27.
23. Naeini Farahnaz F, Jamshid N, Koorosh A. Bleomycin tattooing as a promising therapeutic modality in large keloids and hypertrophic scars. *Dermatologic surgery*. 2006;32(8):1023-1030.
24. Sadeghinia A, Sadeghinia S. Comparison of the efficacy of intralesional Triamcinolone Acetonide and 5-Fluorouracil tattooing for the treatment of keloids." *Dermatologic Surgery*. 2012;38(1):104-109.
25. Shio MT, Paquet M, Martel C, Bosschaerts T, et al. Drug Delivery by tattooing to treat cutaneous leishmaniasis. *Scientific Reports*. 2014; 4:4156.