

1/2020 Februar

C 14117

# **päid**

*Praktische Pädiatrie*



# Entfernung von Schmutztätowierungen in der Pädiatrie – State of the Art

Julie Jost, Stefan Hammes,  
Christian Raulin

## Schlüsselwörter

Schmutztätowierung, gütegeschaltete Lasersysteme, pädiatrische Patienten.

thermischen Relaxationszeit der Zielchromophore häufig zu Narben (4, 5, 8, 18, 24, 26).

## Summary

We discuss the therapy of dirt tattoos by Q-switched laser systems in pediatric patients. To provide an extensive overview, we do not only explain how to use Q-switched laser systems but also what side effects might occur due to their application.

The purpose of this article is to contribute to the establishment of the Q-switched laser systems as the first line therapy of dirt tattoos as they represent the most efficient and safe option in comparison to alternative treatments.

## Keywords

Dirt tattoos, Q-switched laser systems, pediatric patients.

## Zusammenfassung

Wir diskutieren die Therapie von Schmutztätowierungen durch gütegeschaltete Lasersysteme bei pädiatrischen Patienten. Um einen allumfassenden Überblick zu gewährleisten, gehen wir neben der praktischen Anwendung auch auf die Nebenwirkungen dieser Laserbehandlungen ein.

Ziel dieser Übersichtsarbeit ist es, zur Etablierung der gütegeschalteten Lasersysteme als Mittel der ersten Wahl in der Therapie von Schmutztätowierungen beizutragen, da sie im Vergleich zu anderen Therapieansätzen die effektivste und nebenwirkungsärmste Option darstellen.

## Einleitung

Bei Schmutztätowierungen handelt es sich um durch Explosions-, Inokulations- oder Abschürftraumata intradermal eingebrachte exogene Pigmentpartikel. Die Fremdkörper setzen sich, je nach Art des Traumas, meist aus Staub, Erde, Asphalt oder Metall- beziehungsweise Schwarzpulverteilchen zusammen (27, 28).

Die Soforttherapie von frischen Schmutztätowierungen besteht in der physikalischen Entfernung der Schmutzpartikel innerhalb der ersten 72 Stunden durch vorsichtiges Ausbürsten unter Spülung mit physiologischer Kochsalzlösung oder Antiseptika sowie gegebenenfalls Ausstanzen tiefer eingedrungener Pigmentpartikel (9, 20, 25, 27, 28). Nicht selten verbleiben jedoch trotz sachgerechter Bürstenbehandlung Fremdpartikel in der Dermis und führen nach Abschluss der Wundheilung und Reepithelialisierung zu Schmutztätowierungen (18, 25).

In solchen Fällen haben sich über die letzten Jahrzehnte gütegeschaltete Lasersysteme als effektive und nebenwirkungsarme Behandlungsmethode und somit Mittel der Wahl erwiesen (6, 9, 18, 21, 26).

In den 1960er Jahren experimentierten *Goldmann et al.* erstmals mit Lasern zur Entfernung von Tätowierungen. Der damals eingesetzte Rubinlaser führte allerdings aufgrund der langen Pulsdauer von 500 Mikrosekunden und der vergleichsweise sehr kurzen

Sowohl *Anderson et al.* als auch *Reid et al.* entwickelten den Rubinlaser weiter. Durch den gütegeschalteten beziehungsweise »Q-switched« (qs)-Rubinlaser mit wesentlich kürzerer Impulsdauer stand ein Lasersystem zur Entfernung von Tätowierungen ohne Narbenbildung zur Verfügung (1, 8, 18, 22, 24, 26). Seither wurde die Technologie im Bereich der qs-Lasersysteme fortwährend weiterentwickelt.

Das Prinzip der Tätowierungsentfernung durch Laser basiert auf der selektiven Photothermolyse (2). Das von qs-Lasersystemen emittierte Licht wird, je nach Wellenlänge, von pigmentreichen natürlichen Strukturen wie den Melanosomen, als auch von exogenen Farbpigmenten, wie im Fall von Schmutztätowierungspigmenten, absorbiert (9, 18, 20, 21, 24).

Dies führt zum selektiven Erhitzen (»flash of heat«) und darauffolgend zur Expansion (»shock waves«) mit nachfolgender Zerspaltung der pigmenttragenden Strukturen (18, 21, 24, 26). Dabei liegt die thermische Relaxationszeit der Zellen mit 0,5–1  $\mu$ s weit oberhalb der Impulsdauer der qs-Lasersysteme [20]. Somit ist die Hitzeabgabe an die umliegenden Strukturen nur minimal, was fast ausschließlich zu einer selektiven Zerstörung der pigmentreichen Zielchromophore führt und das umliegende Gewebe schont (18, 20, 21, 24). Dadurch sind Nebenwirkungen wie Narbenbildung bei richtiger Vorgehensweise als äußerst gering einzuschätzen (9, 21, 25).

Die freigewordenen Pigmentpartikel werden von Makrophagen phagozy-

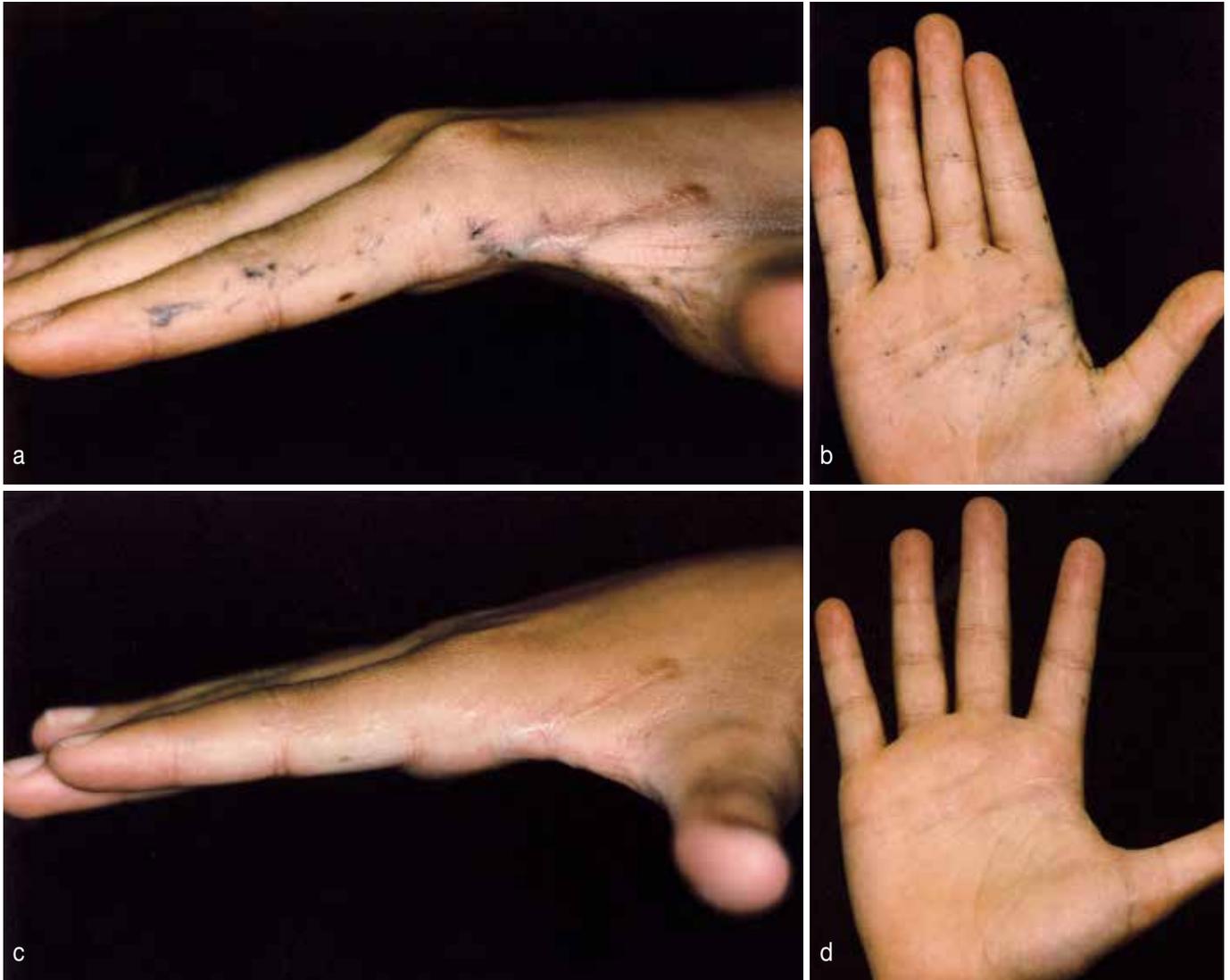


Abb. 1a–d: a) und b) Ausgangsbefund bei einem 12 Jahre alten Mädchen. c) und d) Residuenfreie Entfernung durch fünf Behandlungen mit dem qs-Rubinlaser

tiert und über das lymphatische System abtransportiert. Besonders kleine Pigmentpartikel werden auch transepidermal über Krustenbildung ausgeschieden (9, 18, 20, 21, 25, 26).

Theoretische Alternativen in der Therapie zur Entfernung von Schmutztätowierungen wie Derm- und Salabrasion, Säureanwendung, Kryochirurgie, Einsatz von CO<sub>2</sub>- und Argonlasern sowie die chirurgische Exzision können im Vergleich zum Einsatz von qs-Lasersystemen zu unspezifischer Zerstörung von umliegendem Gewebe, persistierenden Pigmentveränderungen und der Ausbildung von Narben führen (8, 9, 21, 24, 26). Diese vermeintlichen Optionen sind daher obsolet.

## Ziele und Aufklärung

Die Therapie von Schmutztätowierungen bei pädiatrischen Patienten unterscheidet sich, bis auf die Einwilligung durch die Eltern, nicht von der Therapie Erwachsener.

Die Anzahl der benötigten Sitzungen zur Entfernung einer Schmutztätowierung ergibt sich aus der Tiefenlage, der Größe und der Farbe/Zusammensetzung der eingebrachten Schmutzpartikel. Zwischen den einzelnen Sitzungen sollten mindestens vier bis sechs Wochen – besser mehr – liegen (9, 18). Oberflächliche Schmutztätowierungen (z.B. durch Abschürftrauma) bedürfen zur Entfernung in der Regel zirka

drei bis sieben Sitzungen. Die Anzahl der Sitzungen zur Entfernung tiefer gelegenen Schmutztätowierungen (z.B. durch Schwarzpulvereinsprengung) kann mit 6 bis 25 Sitzungen (oder in Einzelfällen auch mehr) deutlich variieren (28).

Zu Beginn der Behandlung sollte die Energiedichte defensiv gewählt werden. Zum einen, um keine unerwünschten Nebenwirkungen zu provozieren und sich einen Eindruck über die Hautreaktion zu verschaffen, zum anderen, da initiale Behandlungen im Vergleich zu späteren Behandlungen weniger von einer erhöhten Energiedichte profitieren (10). Im Laufe der Behandlung wird die Energiedichte,

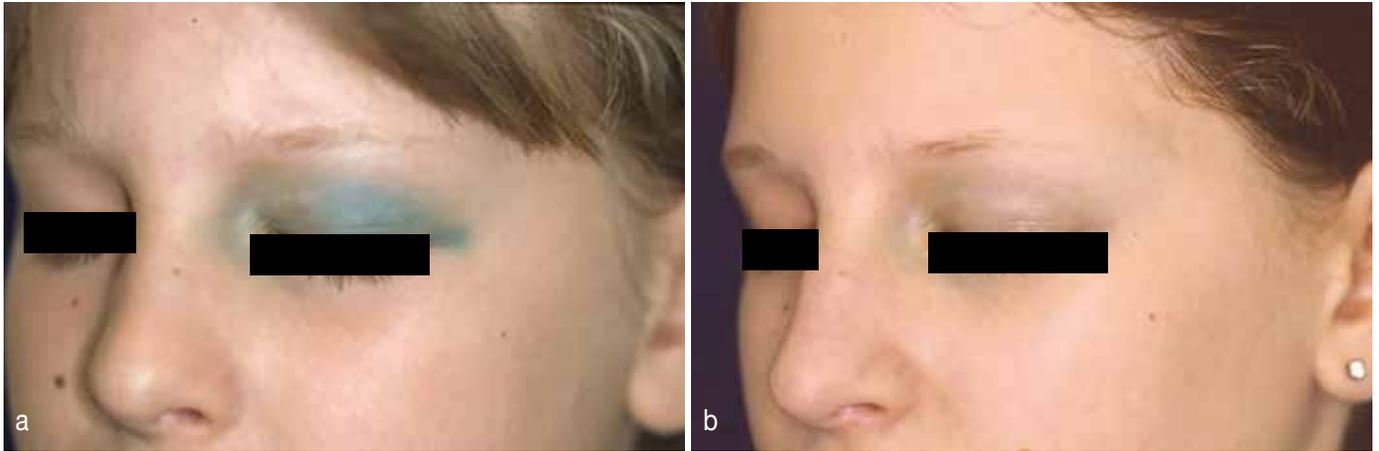


Abb. 2a und b: a) Ausgangsbefund bei einem neun Jahre alten Mädchen, Zustand nach Inokulation einer Buntstiftmine im Alter von 18 Monaten mit anschließender Diffusion der Farbe in die Umgebung. b) Entfernung bis auf minimale Residuen durch acht Behandlungen mit dem qs-Rubinlaser



Abb. 3a und b: a) Ausgangsbefund bei einem neun Jahre alten Jungen. b) Entfernung bis auf minimale Residuen durch 12 Behandlungen mit dem qs-Rubinlaser und dem qs-Nd:YAG-Laser

abgestimmt auf Anamnese und Hautreaktion, angepasst (8).

Einen äußerst wichtigen Faktor in der Aufklärung stellt die Sonnenexposition dar. Aufgrund des Prinzips der selektiven Photothermolyse und um somit das Risiko von Pigmentveränderungen zu minimieren, sollten die Patienten unter der Behandlung möglichst wenig gebräunt sein und während der gesamten Behandlungsdauer sowie sechs Wochen nach Abschluss der Behandlung direkte Sonnenexposition vermeiden. Dies betrifft insbesondere den Einsatz des qs-frequenzverdoppelten Nd:YAG-Lasers/qs-KTP-Nd:YAG-Lasers (532 nm) und des qs-Rubinlasers (694 nm), aber auch des qs-Alexandritlasers (755 nm). Sollten

die Patienten die Sonnenexposition nicht meiden können, ist für einen sehr effektiven Sonnenschutz (LSF 50+) zu sorgen (8, 9, 18).

Wenn neben der Entfernung der Schmutztätowierung zusätzlich eine Glättung (»skin resurfacing«) von gegebenenfalls durch das stattgehabte Trauma entstandenen Narbenzügen gewünscht wird, kann eine Kombination des gewählten qs-Lasersystems mit einem fraktionierten CO<sub>2</sub>- oder Erbium:YAG-Laser angewendet werden (25, 27, 28). Dies ist gleichzeitig in einer Sitzung oder auch zeitversetzt möglich.

Ziel der Laserbehandlung von Schmutztätowierungen ist eine restitutio ad

integrum beziehungsweise eine möglichst vollständige Entfernung der eingebrachten Partikel. Nicht immer gelingt die residuenfreie Aufhellung, jedoch kann in den meisten Fällen eine deutliche Besserung des Ausgangsbefunds erreicht werden (8, 9, 25, 27, 28).

## Praktisches Vorgehen

Vor dem Einsatz eines qs-Lasersystems sollte ein anästhesierendes Externum aufgetragen werden (z.B. Prilocain- und/oder Lidocain-haltige Salbe) (8, 9, 18). Das bei der Behandlung auftretende Gefühl wird von den Patienten als geringer Schmerz mit kribbelndem bis brennendem Charakter beschrieben,



Abb. 4a und b: a) Ausgangsbefund bei einem 10 Jahre alten Jungen. b) Residuenfreie Entfernung durch vier Behandlungen mit dem qs-Rubinlaser

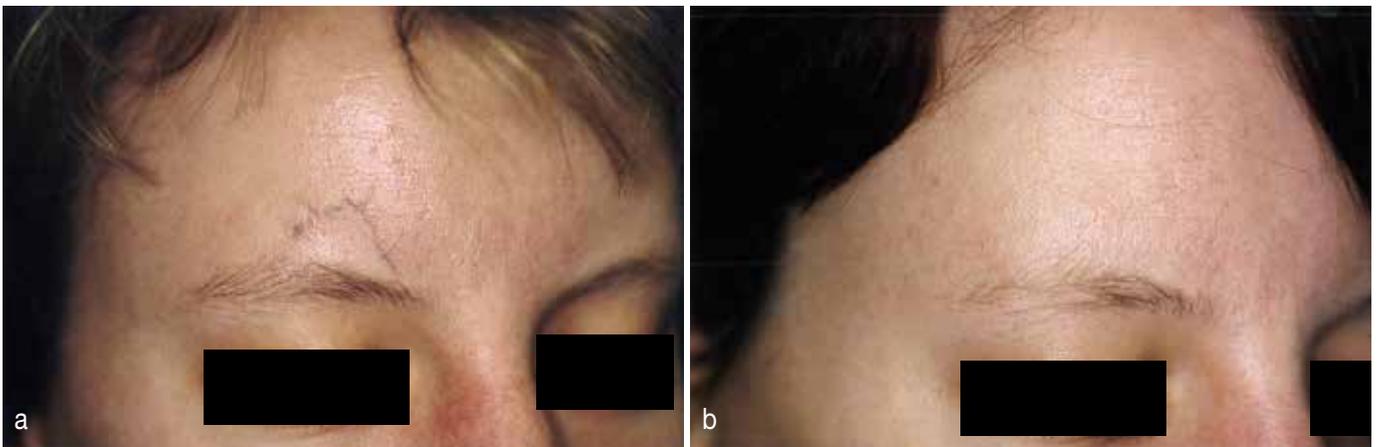


Abb. 5a und b: a) Ausgangsbefund bei einem Adoleszenten. b) Residuenfreie Entfernung durch vier Behandlungen mit dem qs-Rubinlaser

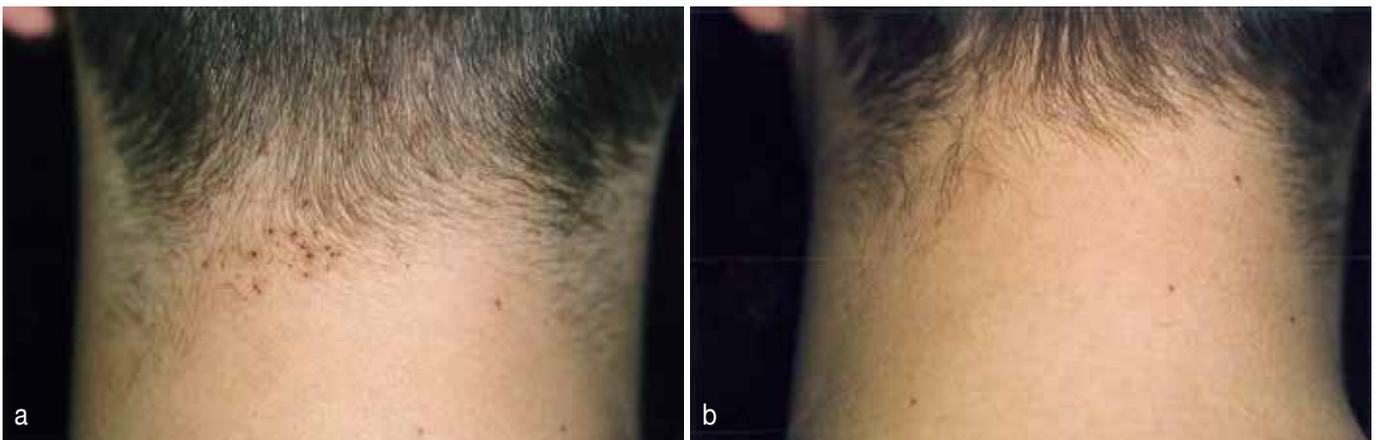


Abb. 6a und b: a) Ausgangsbefund bei einem Adoleszenten, Zustand nach Schwarzpulvereinsprengungen. b) Residuenfreie Entfernung durch 12 Behandlungen mit dem qs-Rubinlaser

starker Schmerz kann auf eine Fehlfunktion des Lasergeräts hinweisen (8, 18).

Die Wahl des qs-Lasersystems und somit der Wellenlänge orientiert sich an der Farbe der zu behandelnden Schmutztätowierung. Da es sich meis-

tens um schwarze Pigmente handelt, werden Schmutztätowierungen in der Regel mit dem qs-Rubinlaser (694 nm), dem qs-Nd:YAG-Laser (1.064 nm), aber auch dem qs-Alexandritlaser (755 nm) therapiert. Der qs-frequenzverdoppelte Nd:YAG-Laser/qs-KTP-Nd:YAG-Laser

wird bei rötlichem bis rostbraunem Pigment eingesetzt (8, 15, 19, 20, 24–26). Eine Übersicht über die einzelnen qs-Lasersysteme zur Therapie von Schmutztätowierungen mit Angabe der Wellenlänge und der behandelbaren Pigmentfarbe ist in der Tabelle aufgelistet.

Ob der Einsatz eines Pikosekundenlasers in der Behandlung von Schmutztätowierungen gegenüber einem Nanosekundenlaser zu besseren Ergebnissen oder schnelleren Resultaten führt, ist bislang nicht entschieden. Entgegen der anfänglichen Erwartungen werden auch mit dem Pikosekundenlaser zahlreiche Sitzungen zur Entfernung von Pigmentpartikeln benötigt, sodass wir bisher keine eindeutige Verbesserung der Therapie im Vergleich zu den herkömmlich eingesetzten qs-Lasersystemen feststellen konnten (8, 16, 17).

Während der Behandlung sollte das Handstück senkrecht gehalten werden. So wird einer Verminderung der Energiedichte entgegengewirkt. Des Weiteren sollte die Applikation mit dem für die Energiedichte maximal möglichen Strahlendurchmesser erfolgen, wodurch die Eindringtiefe erhöht und der Streuverlust vermindert wird (8, 12). Die Spots sollten minimal überlappend gesetzt werden (8).

Unmittelbar im Anschluss an die Behandlung erfolgt die Kühlung des behandelten Hautareals mit einem ausreichend großen Kühlpad für 5–10 Minuten. Danach kann im Hinblick auf die Reaktion der Haut beim Auftreten von Punktblutungen gegebenenfalls ein antiseptischer Verband erfolgen (8).

## Begleitreaktionen und ihr Management

Die Begleitreaktionen der Therapie mit qs-Lasersystemen können in drei Gruppen unterteilt werden.

Die erste Gruppe beschreibt die transienten Nebenwirkungen. Eindrücklich ist das während der Laserbehandlung bei korrekt eingestellter Energiedichte auftretende sogenannte »whitening«, welches innerhalb von 5–20 Minuten vergeht. Dabei kommt es durch die starke Erhitzung des Pigments zur konsekutiven Erhitzung intra- und extrazellulärer Flüssigkeit und folglich zur Entstehung von Dampf. Dieser Dampf führt aufgrund seiner

| Tabelle  |                  |                            |
|--|------------------|----------------------------|
| qs-Lasersysteme (mod. nach 8 u. 15)                          |                  |                            |
| qs-Lasersystem   | Wellenlänge (nm) | Behandelbare Pigmentfarbe  |
| qs-Rubinlaser  | 694              | Schwarz, braun, blau, grün |
| qs-Alexandritlaser   | 755              | Schwarz, braun, blau, grün |
| qs-Nd:YAG-Laser  | 1.064            | Schwarz, blau              |
| qs-frequenzverdoppelter Nd:YAG-Laser/<br>qs-KTP-Nd:YAG-Laser | 532              | Braun, rot, orange         |

expansiven Eigenschaft zu einer mikroskopischen Aufblähung der Epidermis und somit zu einer veränderten Brechkraft, wodurch sich die Epidermis weißlich verfärbt (8, 12, 15, 18, 26). Des Weiteren reagiert die Haut mit Erythembildung (verschwindet innerhalb von 24 Stunden), Schwellung (nicht länger als 36 Stunden) und gegebenenfalls urtikariellen Veränderungen (18, 26). Diese entstehen durch eine nicht-allergisch bedingte posttraumatische Histaminliberation und bilden sich innerhalb weniger Stunden zurück (8, 12). Dezent Blutungen, Blasen und Krusten können innerhalb von ein bis zwei Tagen nach der Laserbehandlung auftreten und zählen zu den normalen Begleitreaktionen (8). Zum Schutz vor Narbenbildung und Infektion sollen die Wunden nicht manipuliert werden (9, 18). Gegebenenfalls kann beim Auftreten von Punktblutungen ein Antiseptikum oder eine Wund- und Heilsalbe aufgetragen werden. Die Abheilung erfolgt innerhalb von ein bis zwei Wochen (18, 26, 28).

Zur zweiten Gruppe zählen die reversiblen Begleiterscheinungen. An dieser Stelle sind hauptsächlich die häufig auftretenden Hypopigmentierungen zu nennen, die durch Absorption des Laserlichts durch in der Epidermis enthaltenes Melanin entstehen. Das Risiko ist im Hinblick auf den Patienten bei sonnengebräunter oder von Natur aus stärker pigmentierter Haut (Hauttypen ab IV nach Fitzpatrick) am größ-

ten, im Hinblick auf den Laser bei qs-Rubin- beziehungsweise qs-frequenzverdoppeltem Nd:YAG-Lasersystemen/qs-KTP-Nd:YAG-Lasersystemen, aber auch beim qs-Alexandritlaser (8, 24). In der Regel bestehen die Hypopigmentierungen nicht länger als sechs Monate (9, 14). Sollten sie jedoch persistieren, kann eine Repigmentierung mittels Excimerlaser versucht werden (7, 8, 28).

Seltener auftretende Hyperpigmentierungen entstehen zumeist bei dunklen Hauttypen und bei posttherapeutischer intensiver Sonnenexposition. Bei Persistenz der Hyperpigmentierungen kann in der zweiten, sonnenärmeren Jahreshälfte der Versuch einer Behandlung mit qs-Rubin- oder qs-Alexandritlasersystemen beziehungsweise fraktionierten Lasersystemen unternommen werden (8, 23).

Die dritte Gruppe umfasst die permanenten und damit die schwerwiegendsten Begleiterscheinungen. Hier sind vor allem persistierende Pigmentverschiebungen (in 4–5% der Fälle) und Narben zu nennen (28). Das Auftreten von Narben zeugt von einem inadäquaten Gebrauch des Lasers im Sinne von zu hoch gewählter Energiedichte beziehungsweise falscher Impulsdauer oder Behandlung von Patienten mit zu dunklem Hauttyp. Bei korrekt durchgeführten Entfernungen von Schmutztätowierungen sollte es daher nicht zur Ausbildung von Narben kommen (8).

## »Pitfalls«

Bei richtiger und vorschriftsmäßiger Handhabung ist die Anwendung von qs-Lasersystemen effektiv, sicher und geht mit einer sehr hohen Zufriedenheit seitens der Patienten einher (11).

Die Entfernung von Schmutztätowierungen sollte professionell von Ärzten mit Erfahrung im Bereich der dermatologischen Laserchirurgie in entsprechendem Setting durchgeführt werden (8, 26). Nur dadurch ist gewährleistet, dass die korrekte Einstellung des qs-Lasersystems im Hinblick auf Wellenlänge, Energiedichte und Impulsdauer erfolgt sowie Nebenwirkungen rechtzeitig erkannt und angemessen behandelt werden (8). Außerdem besteht bei ärztlicher Behandlung die Gewährleistung eines versicherungsrechtlichen Schutzes des Patienten. Zusätzlich kann die Gutachterstelle für Fragen Ärztlicher Haftung bei der zuständigen Ärztekammer angerufen werden (3, 8, 13). Von einer Schmutztätowierungsentfernung in einer nicht ärztlichen Einrichtung ist unbedingt abzuraten (8). Ab 2020 dürfen nur noch Ärzte diese Behandlung durchführen (NiSG).

Aus rechtlichen und forensischen Gründen sollte immer eine umfangreiche Dokumentation erfolgen. Diese beinhaltet unbedingt Bilder des zu behandelnden Hautareals vor Therapiebeginn sowie die detaillierte Dokumentation der einzelnen Therapieschritte bis zuletzt zum Endergebnis (8).

Von hohem Stellenwert ist die richtige Einschätzung und Abklärung der Dignität bestehender pigmentierter Hautveränderungen vor dem Einsatz von qs-Lasersystemen. Nävuszellnävi sollten auf keinen Fall mit qs-Lasersystemen behandelt werden, um gegebenenfalls daraus resultierende Pseudomelanome und andere melanozytäre Veränderungen zu vermeiden (3, 8, 13, 26).

Die ehrliche und realistische Aufklärung der Eltern und des Kindes steht an erster Stelle. Besprochen werden

sollte der zu erwartende Behandlungserfolg, die voraussichtlich benötigte Anzahl der Sitzungen sowie das Risikoprofil einer qs-Laserbehandlung. Den Kindern sollte, abhängig von Alter und Verständnisgrad, der Zweck und die Durchführung der Therapie genau erläutert werden. Bei unrealistischen Erwartungen oder Unsicherheit von Seiten der Eltern beziehungsweise minimalen, nicht störenden Befunden, muss eine Lasertherapie sorgsam abgewogen werden. In solchen Fällen kann auch auf die Möglichkeit hingewiesen werden, bis zur Volljährigkeit des Kindes mit der Behandlung abzuwarten.

## Fazit

Der seit Jahrzehnten beschriebene ungebrochene Therapieerfolg in der Behandlung von Schmutztätowierungen mittels qs-Lasersystemen belegt die Effizienz dieser Behandlungsmethode. Zusammengefasst stellen qs-Lasersysteme sowohl bei Erwachsenen als auch bei Kindern die nebenwirkungsärmste, sicherste und am meisten zufriedenstellende Therapie dar und sind daher in unseren Augen ganz klar Mittel der Wahl.

Von anderen Therapieansätzen ist, sollte die Möglichkeit zur Lasertherapie gegeben sein, klar abzuraten. Ebenso warnen wir ausdrücklich vor der Behandlung durch Laien. Die Entfernung von Schmutztätowierungen ist ganz klar Aufgabe von in der Lasertherapie erfahrenen Ärzten mit entsprechendem dermatologischen Hintergrundwissen. Ab 2020 dürfen nur noch Ärzte diese Behandlung durchführen (NiSG).

## Literatur

Im Verlag abrufbar

*Anschrift für die Verfasser:*

*Prof. Dr. med. Christian Raulin  
MVZ Dres. Raulin und Kollegen GbR  
Kaiserstraße 104  
76133 Karlsruhe  
E-Mail [info@raulin.de](mailto:info@raulin.de)*