

Entfernung von Schmutztätowierungen durch gütegeschaltete Laser

Removal of traumatic tattoos with Q-switched laser systems

C. Raulin und T. Emonds - Praxis für Dermatologie, Phlebologie, Allergologie und Laserklinik Karlsruhe

Summary. In present times treatment of traumatic tattoos with Q-switched laser systems is an alternative to conventional therapy. In our study, 19 patients were treated with the Q-switched ruby laser, including 4 patients with explosive trauma and 2 after pointed pencil penetration. One patient was treated with the Q-switched Nd:YAG-Laser, while we tried both systems on another one. Pigmentation after abrasive trauma is easily removed or improved. Deeper penetration of foreign bodies demands more intensive and more frequent therapy. Immediate removal of foreign bodies after an accident is the best treatment.

Key words: Traumatic tattoo - Q-switched ruby laser - Q-switched ND:YAG laser.

Zusammenfassung. Gütegeschaltete Lasersysteme stellen heute in der Behandlung von Schmutztätowierungen eine nebenwirkungsarme Alternative zu den bisherigen Therapieverfahren dar. 19 Patienten, darunter 4 mit Explosionstraumata und 2 nach Bleistiftinoculation, wurden mit dem gütegeschalteten Rubinlaser behandelt. Ein Patient wurde mit dem gütegeschalteten Nd:YAG-Laser behandelt, ein weiterer mit beiden Lasern. Pigmenteinlagerungen nach Abschürfungstrauma lassen sich mit wenigen Behandlungen entfernen oder erheblich verbessern. Tiefer gelegene Schmutzpartikel, z.B. nach Explosionstrauma, erfordern intensivere und häufigere Sitzungen. Die primäre unmittelbare Entfernung der Schmutzteilchen ist weiterhin unerlässlich.

Schlüsselwörter: Schmutztätowierung - gütegeschalteter Rubinlaser - gütegeschalteter Nd:YAG-Laser.

Mechanisch bedingtes Eindringen von Fremdkörpermaterial in die Haut führt häufig zu dauerhafter Einlagerung von Pigmenten. Nach Abschürfungswunden findet man Verunreinigungen durch Staub, Erde oder Asphalt, als Folge von Explosionstraumata kommt es meist zur Einsprengung von Metall- oder Schwarzpulverteilchen. Oftmals erfolgt eine nur unzureichende Behandlung durch Bürsten zur primären Entfernung vor Eintritt der Wundheilung.

In der Folge kamen früher Methoden wie die chirurgische Entfernung, Kryo- oder Elektrochirurgie, Dermabrasio, Salabrasio sowie Ätzung der betroffenen Hautareale alternativ oder additiv zum Einsatz. Alle diese Verfahren, wie auch Behandlungsversuche mit Dauerstrichlasern (Argon- oder CO₂-Laser) bergen die Gefahr der Ausbildung von zum Teil großflächigen hyper- oder atrophischen Narben, oder auch von Hyper- oder Hypopigmentierungen [3, 7, 10-12].

Seit über 30 Jahren setzt man bereits den Rubinlaser zur Entfernung von Tätowierungen ein [1-3, 5, 6, 13]. Auch bei definierten benignen pigmentierten Hautveränderungen wie solaren Lentiginen, Epheliden, benigner Lippenmelanosis, Naevus Ota, Naevus pigmentosus, Becker-Naevus, Café-au-lait-Flecken, seborrhoischen Keratosen oder postinflammatorischen Hyperpigmentierungen werden gute Therapieerfolge mit dem gütegeschalteten Rubinlaser erreicht [9, 16, 18-22, 25]. Dabei steht der Vorteil

der narbenfreien Behandlung pigmenttragender Zellen durch das Prinzip der selektiven Photothermolyse im Vordergrund [14, 17]. Rotes Licht der Wellenlänge 694 nm wird sowohl von pigmentreichen natürlichen Strukturen, den Melanosomen, als auch von dunklen Farbpigmenten absorbiert. Diese werden bei einer Impulsdauer von 25 bzw. 40 ns selektiv erhitzt und zersprengt. Da die thermische Relaxationszeit der Zellen mit ca. 0,5-1 μ s weit oberhalb der Impulsdauer liegt, ist die Hitzeabgabe an die umliegenden Strukturen nur minimal, so daß diese nicht geschädigt werden. Die zerkleinerten Pigmente werden phagozytiert und zum kleineren Teil auch transepidermal eliminiert [1, 7].

Schmutztätowierungen nach Explosion, Inoculation oder Abschürfung zeigen meist schwarz-braunes oder -blaues Pigment, das einer Behandlung mit dem gütegeschalteten Rubinlaser (694 nm) zugänglich ist [23]. Ebenfalls geeignet erscheint der gütegeschaltete Nd:YAG-Laser mit einer Wellenlänge von 1064 nm (Impulsdauer 10-20 ns), mit dem gute Erfolge bei der Behandlung von schwarz pigmentierten Schmucktätowierungen erzielt wurden [8, 12, 13, 15, 24]. Auch der gütegeschaltete Alexandritlaser mit einer Wellenlänge von 755 nm wird zur Entfernung schwarzer Tätowierungen eingesetzt [15].

Tabelle 1. Anzahl der Behandlungen und Aufhellungsgrad in %

Nr.	Alter	M/W	Art	Fläche cm ²	Lokalisation	Alter d. Schmutztätow.	Vor-behandelt	Laser	Behandl.	Aufhellung [%]
1	24	m	Schmutz	< 1 bis 2	supraorbital li	unbekannt	nein	Rubin	1	95
2	30	m	Schmutz	2 bis 5	Wange links	25 Jahre	nein	Rubin	2	100
3	52	m	Schmutz	2 bis 5	Glabella	19 Monate	nein	Rubin	2	90
4	48	w	Schmutz	< 1 bis 2	infranasal	20 Jahre	nein	Rubin	2	90
5	35	w	Schmutz	2 bis 5	nasolabial, temporal	15 Monate	nein	Rubin	3	98
6	5	w	Bleistift	< 1 bis 2	infraorbital li	19 Monate	nein	Rubin	3	90
7	28	w	Schmutz	< 1 bis 2	Knie re	9 Jahre	nein	Rubin	3	80
8	46	w	Schmutz	< 1 bis 2	nasolabial re	3 Monate	Bürsten	Rubin	3	80
9	12	m	Schmutz	< 1 bis 2	Wange re	6 Jahre	nein	Rubin	4	100
10	12	m	Pulver	5 bis 10	Hand re	10 Monate	nein	Rubin	5	95
11	23	m	Pulver	< 1 bis 2	Wange li	4 Wochen	nein	Rubin	6	100
12	6	w	Schmutz	2 bis 5	Kinn	12 Monate	nein	Rubin	6	100
13	51	m	Schmutz	5 bis 10	Wange re	6 Monate	nein	Rubin	6	100
14	39	w	Schmutz	< 1 bis 2	infraorbital li	25 Jahre	nein	Rubin	6	100

15	35	m	Schmutz	> 10	Stirn	18 Jahre	nein	Nd: YAG	6	100
16	6	w	Bleistift	< 1 bis 2	Wange re	8 Wochen	nein	Rubin	6	80
17	49	w	Schmutz	< 1 bis 2	Knie li	28 Jahre	nein	Rubin	7	98
18	29	m	Pulver	> 10	Nacken, Wange	3 Tage	Dermabrasio	Rubin	14	98
19	36	m	Pulver	> 10	Gesicht total	11 Tage	Bürsten, Stanze	Rubin/ Nd: YAG	25	80

Patienten und Methode

Wir behandelten 19 Patienten (9 weibliche, 10 männliche; Alter 5-56 Jahre) zwischen Februar 1995 und Februar 1998, einem Zeitraum von 36 Monaten. Davon waren:

- 13 Patienten mit Schmutztätowierung nach Abschürfung: Residuen von Erde, Staub, Metall- oder Asphaltteilchen;
- 4 Patienten mit Schwarzpulvereinsprengungen;
- 2 Patienten nach Inoculation einer Bleistiftmine.

Die Fläche der betroffenen Hautareale variierte von einem einzelnen (Bleistift-)Punkt bis zu einer Ausdehnung über das gesamte Gesicht. Es erfolgte eine Einteilung in vier Gruppen:

- <2 cm²
- 2 cm² bis 5 cm²
- 5 cm² bis 10 cm²
- >10 cm²

Zum Einsatz kamen der gütegeschaltete Rubinlaser (Laserase, Lambda Photometrics Ltd., Wellenlänge 694 nm, 2-4 mm Sondendurchmesser, Impulsdauer 25 bzw. 40 ns, Energie 5-40 J/cm²) Sowie der gütegeschaltete Nd:YAG-Laser (Medlite Continuum, Biomedical, Wellenlänge 1064 nm, 3 mm Sondendurchmesser, Impulsdauer 5-10 ns, Energie 4,7-6,3 J/cm²).

Die Größenangabe der betroffenen Hautareale erfolgte nach der Ausdehnung bei Therapiebeginn. Eine Einschätzung der Aufhellung wurde durch genauen Vergleich der anfänglich sowie während und nach Abschluß der Therapie gemachten Fotodokumentation (Canon EOS 100, 100-mm-Objektiv, Agfacrome 100 CTX Dia) vorgenommen und jeweils mit dem realen Zustand des Patienten abgeglichen. Dabei erfolgte eine unabhängige Beurteilung durch zwei nicht an der Behandlung beteiligte Ärzte. Berücksichtigt wurde sowohl eine flächenmäßige Reduzierung der betroffenen Hautareale als auch eine Aufhellung der einzelnen Läsionen. Auch der Patient selbst wurde nach seinem Eindruck befragt. Die Behandlungsintervalle betragen durchschnittlich vier Wochen, jedoch auch bis zu einem Jahr.

Ergebnisse

Von 19 Patienten erreichten 12 Patienten eine Aufhellung von >95 % in 1 bis 14 Sitzungen

(durchschnittlich 6 Sitzungen). Bei den übrigen 7 Patienten wurde eine Verbesserung von 80-90 % in 2 bis 25 Sitzungen erzielt, jedoch waren die Behandlungen noch nicht abgeschlossen (s. Tabelle 1).

Ein Patient (Nr. 15) mit Abschürfungstrauma nach Autounfall wurde ausschließlich mit dem gütegeschalteten Nd:YAG-Laser behandelt, wobei 6 Behandlungen mit Energien von 4,7-5,2 J/cm² zu einer 100prozentigen Aufhellung der betroffenen Fläche von mehr als 10 cm² führten.

In einem Fall (Nr. 2) wurde eine 25 Jahre alte Schmutzeinsprengung nach Abschürfungstrauma in 6 Behandlungen mit dem gütegeschalteten Rubinlaser vollständig entfernt (Abb. 1, 2).

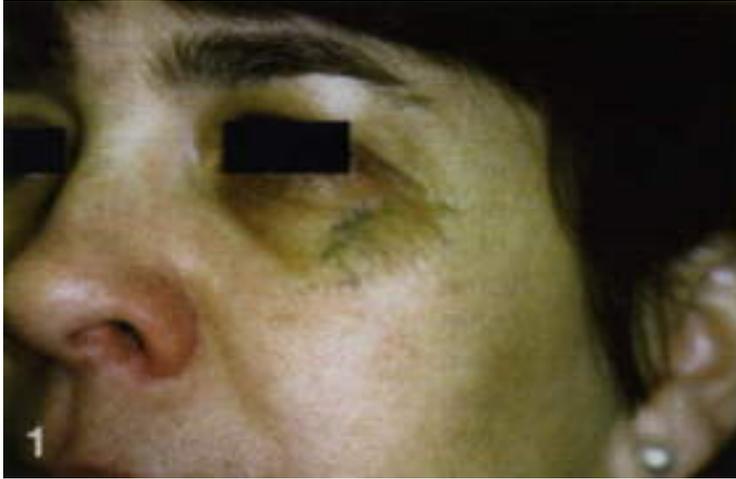


Abb. 1. 39jährige Patientin. Abschürfungstrauma vor 25 Jahren mit Schmutzeinlagerung



Abb. 2. Patientin von Abb. 1: Vollständige Aufhellung nach 6 Behandlungen mit dem gütegeschalteten Rubinlaser

Bei einem Patienten (Nr. 19; Abb. 3, 4) wurden nach Explosionstrauma bisher 25 Behandlungen durchgeführt, davon intermittierend 7 Behandlungen im Vergleich von gütegeschaltetem Rubinlaser (10 J/cm²) und gütegeschaltetem Nd:YAG-Laser (5,8-6,3 J/cm²). Durch den Einsatz des Rubinlasers ließ sich ein besseres Ergebnis erzielen, so daß in der Folge nur noch dieser mit Energien von 10-40 J/cm² Verwendung fand. Der Nd:YAG-Laser erzeugte zudem Purpura mit Blutungen und stärkerer Krustenbildung. Abbildung 4 zeigt den Patienten nach der 24. Behandlung, wobei eine Aufhellung von ca. 80 % erreicht war.



Abb.3. 36jähriger Patient. Zustand nach Ausbürsten und Stanzen bei 11 Tage zurückliegender Schwarzpulvereinsprengung



Abb. 4. Patient von Abb. 3: Zustand nach der 24. Behandlung mit dem gütegeschalteten Rubinlaser/ Nd:YAG-Laser (Aufhellung ca. 80%)

Ein weiterer Patient (Nr. 18) nach Explosionstrauma wurde bisher 14mal ausschließlich mit dem gütegeschalteten Rubinlaser ($6-10 \text{ J/cm}^2$) behandelt. Im Nacken (Abb. 5, 6) erreichten wir eine vollständige Aufhellung nach 12 Behandlungen, im Gesicht konnten bisher etwa 98% der Pulverreste bei Zustand nach initialer Dermabrasio entfernt werden. Als Nebenwirkung traten hier geringgradige Hypopigmentierungen auf.



Abb.5. 29jähriger Patient. Drei Tage alte Schwarzpulvereinsprengung



Abb. 6. Patient von Abb. 5: Vollständige Aufhellung nach 12 Behandlungen mit dem gütegeschalteten Rubinlaser

In unserem Patientengut waren bei Abschürfungstraumata durchschnittlich vier Behandlungen erforderlich, um eine kosmetisch schon sehr gute Aufhellung von 80% zu erzielen. Eine vollständige Entfernung der Schmutzpartikel gelang in 9 Fällen bei durchschnittlich 5 Behandlungen.

Bei zwei Kleinkindern wurde eine Graphitinoculation nach Bleistiftverletzung behandelt, dabei zeigte sich bei einem Kind eine ca. 90prozentige Aufhellung schon nach 3 Behandlungen, während im anderen Fall 6 Behandlungen zu einer doch geringeren Aufhellung von 80 % führten.

Abbildung 7 zeigt den Aufhellungsgrad in % in Abhängigkeit von der Anzahl der dafür benötigten Sitzungen. Die Patienten Nr. 10, 11, 18 und 19 waren von Explosionstraumata, Nr.6 und 16 von Bleistiftinoculation betroffen.

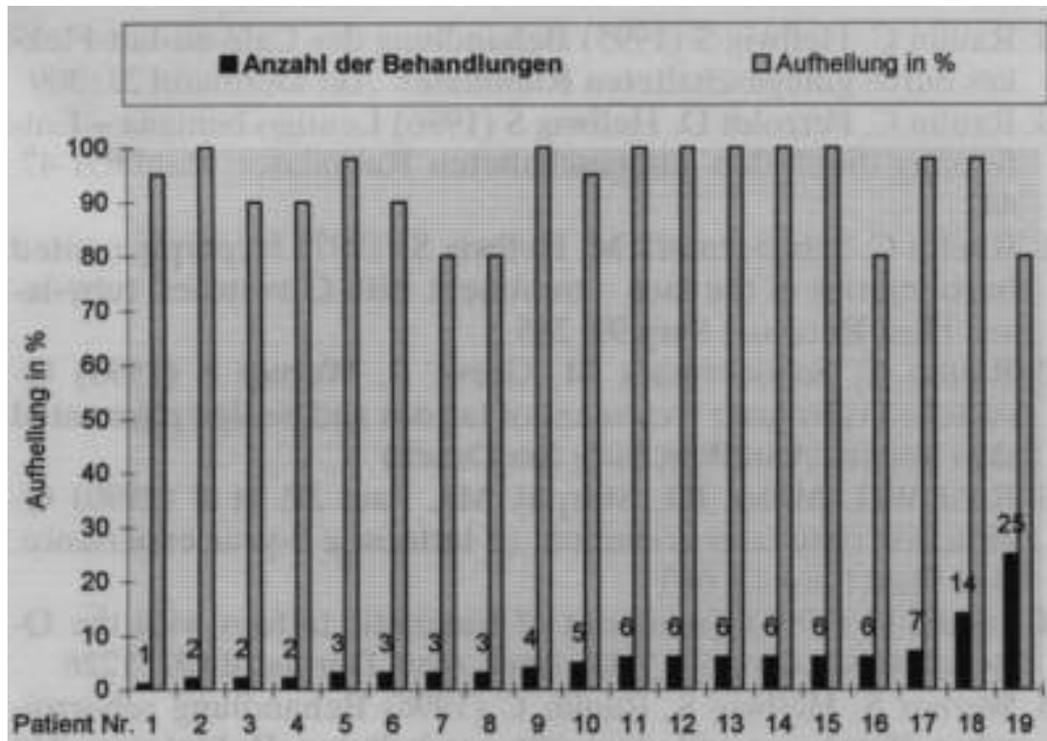


Abb. 7. Aufhellung in % in Abhängigkeit von der Anzahl der Behandlungen

Diskussion

Ein Vergleich des Aufhellungsgrades in Abhängigkeit von der Anzahl der dafür erforderlichen Behandlungen ergibt unterschiedliche Ergebnisse für die genannten Varianten der Schmutztätowierung. Schwarzpulvereinsprengungen, die wohl mit hohen Energien auf die Haut auftreffen, penetrieren relativ tief. Dies spiegelt sich in der Tatsache wider, daß man für ihre Entfernung oder wesentliche Aufhellung durchschnittlich mehr und energiereichere Sitzungen (bis 40 J/cm^2) benötigt. Auch bei den beiden Bleistiftinoculationen dürfte die Varietät in der Anzahl der Behandlungen auf die unterschiedliche Eindringtiefe der Pigmente nach ungleicher Krafteinwirkung zurückzuführen sein.

Im Vergleich des gütegeschalteten Rubinlasers mit dem gütegeschalteten Nd:YAG-Laser erweist sich der Rubinlaser in unserer Untersuchung als effektiver in bezug auf den Therapieerfolg. Gute Ergebnisse zeigen sich nach durchschnittlich vier Behandlungen bei relativ oberflächlich sitzenden Schmutztätowierungen, wie sie nach Abschürfungstrauma zu beobachten sind. Tiefer liegende Partikel erfordern häufigere Behandlung mit höheren Energien. Ältere Schmutztätowierungen waren in unserer Studie nicht signifikant schlechter therapierbar als frische. Die Lokalisation der Läsionen war für den Behandlungserfolg nicht von Bedeutung. Vorübergehende Hypopigmentierungen zeigten sich in 2 von 19 Fällen, während Hyperpigmentierungen nicht auftraten.

In einer Arbeit von 1994 zeigten Achauer et al. an 10 Patienten mit Abschürfungstraumata, daß

durchschnittlich 2 Behandlungen mit dem gütegeschalteten Rubinlaser (6-8 J/cm², Impulsdauer 15-40 ns) zur vollständigen Entfernung der Schmutzeinlagerungen benötigt wurden [1]. Explosionstraumata bei 2 Patienten machten hier 2 bzw. 4 Behandlungen erforderlich. Keine Angaben erfolgten über das Alter und die Vorbehandlung der Schmutztätowierungen. Transiente Hypopigmentierungen traten bei 50 % des dunkleren hispanischen sowie bei 25% des helleren kaukasischen Hauttyps auf.

Die geringere Anzahl an Behandlungen gegenüber unserer Studie ist aus den vorhandenen Angaben nicht nachvollziehbar, jedoch sind auch hier bei Explosionstraumata durchschnittlich häufigere Behandlungen angegeben.

Eine Studie von Suzuki über die Therapie von Schmutztätowierungen mit dem gütegeschalteten Nd:YAG-Laser (3-8 J/cm², Impulsdauer 5-7 ns) erfolgte anhand von 32 Patienten mit 51 betroffenen Hautarealen [24]. Darunter waren 1 Patient nach Explosionstrauma und 3 Patienten nach Bleistiftverletzung. Der Autor unterscheidet hier ein mit "excellent" eingestuftes Ergebnis - bei 44 Arealen war dies bereits nach zwei Behandlungen erreicht - von einer kompletten Entfernung des Pigmentes (bei 39 Arealen nach zwei Behandlungen). Die quantitative Unterscheidung des Aufhellungsgrades wurde hierbei nicht verdeutlicht. Bei der Behandlung des Explosionstraumas wurde durch 6 Sitzungen ein mit "lightened" (= aufgehellt) bewertetes Ergebnis erzielt, auch hier wurde kein prozentualer Aufhellungsgrad angegeben, die Behandlung war noch nicht abgeschlossen. Die gegenüber den Abschürfungstraumata erforderliche erhöhte Behandlungsanzahl spiegelt jedoch den auch in unserer Studie deutlich gewordenen Trend wider. Reversible Hypopigmentierung wurde von Suzuki in insgesamt einem Fall beobachtet. Die Bewertung des Therapieerfolges erfolgte in beiden Studien durch Vergleich von Fotoaufnahmen vor und nach Behandlung. Die Behandlungsintervalle lagen bei 6-8 Wochen.

Studien von Kilmer et al. [13] sowie von Goyal et al. [8] über die Behandlung von Schmucktätowierungen beschreiben das geringere Auftreten von Hypopigmentierungen bei Behandlung mit dem gütegeschalteten Nd:YAG-Laser gegenüber einer Behandlung mit dem Rubinlaser. Dies ist sicher ein Vorteil bei der Behandlung gebräunter Haut, da bei höherer Wellenlänge von 1064 nm die Interaktion mit Melanin geringer ist. Die Autoren berichten, daß Hypopigmentierungen nach Therapie mit dem gütegeschalteten Rubinlaser in etwa der Hälfte der Fälle auftraten und meist reversibel waren. Hyperpigmentierungen zeigten sich hier vorwiegend an den Innenseiten der Unterarme [1, 11, 13]. Eine Aufklärung des Patienten über das Auftreten dieser Nebenwirkungen sowie die Prävention einer Sonnenexposition bis zum Abschluß der Behandlung ist unerlässlich. Der gütegeschaltete Rubinlaser bietet dagegen den Vorteil der geringeren Schmerzhaftigkeit [8] und des weniger häufigen Auftretens von Capillarblutungen gegenüber der Behandlung mit dem Nd:YAG-Laser. Je tiefer akzidentelle Schmutztätowierungen in die Haut eindringen und dort verbleiben, desto langwieriger gestaltet sich die Behandlung bis zu einem kosmetisch ansprechenden Resultat.

Gütegeschaltete Lasersysteme stellen heute in der Behandlung von Schmutztätowierungen eine sinnvolle und nebenwirkungsarme Alternative zu den bisherigen Therapieverfahren dar. Nach wie vor ist jedoch eine suffiziente primäre Entfernung der Schmutzpartikel durch Ausbürsten unter Spülung mit physiologischer Kochsalzlösung oder 0,1prozentiger Oxyzyanat-Lösung innerhalb weniger Tage nach dem Ereignis wünschenswert [4]. Da dies aber während der Erstversorgung verletzter Patienten nicht immer praktikabel ist, oder trotz Bürstens noch Schmutzpartikel in der Haut verbleiben, hat die Lasertherapie mittlerweile auch in der Entfernung von Schmutzeinsprengungen ihren festen Stellenwert.

(Literatur bei den Verfassern)

Copyright (c) 1997-2007 Prof. Dr. med. Christian Raulin. Alle Rechte vorbehalten.