

Susanne Pitz¹ · Robert Jahn¹ · Lars Frisch¹ · Armin Duis² · Norbert Pfeiffer¹

¹Augenklinik der Universität Mainz

²Apotheke der Universität Mainz

Hornhaut-Tätowierung

Heutiger Stellenwert einer historischen Behandlungsmethode

Das Einfärben kosmetisch störender Hornhautnarben hat eine annähernd 2000 Jahre alte Tradition: Bereits Galen (129–199 n. Chr.) hat diese Methode beschrieben. Auch in der arabischen Heilkunst des Mittelalters waren entsprechende Verfahren bekannt. Gegen Ende des letzten und vor allem zu Beginn unseres Jahrhunderts gehörte die Tätowierung der Hornhaut zu den geläufigen und vielfach praktizierten Therapieverfahren. Mit der Entwicklung mikrochirurgischer Operationsverfahren und der erheblichen Verbesserung der antimikrobiellen und antiglaukoma-tösen Therapie geriet diese therapeutische Option weitgehend in Vergessenheit. In den letzten Jahren erobert sie sich aber für eine ausgewählte Patientengruppe wieder ihren Stellenwert, wie an einer ganzen Reihe positiver Berichte zu sehen ist.

Die Behandlung kosmetisch auffälliger und entstellender Hornhautnarben sowie eine nicht-operable, mature Katarakt stellen heute die Hauptindikationen für eine Hornhauttätowierung dar. Trotzdem kommt dieses Verfahren nur für eine ausgewählte Patientengruppe in Betracht. Diese umfaßt Patienten, bei denen die visuelle Funktion schlecht ist und durch rekonstruktive Maßnahmen eine begründete Aussicht auf relevante Verbesserung nicht besteht. Obwohl operative Techniken wie (Re-) Keratoplastik, kombinierte Hornhaut-Iris-Linsenchirurgie oder transsklerale Nahtfixierung einer Intraokularlinse (evtl. von speziellen Aniridie-Linsen) in den letzten Jahren erheblich verbessert wurden, besteht bei komplizierter Ausgangssituation ein nicht unerhebliches Phthisisrisiko für jeden erneuten intraokularen Eingriff. Nicht selten kommt es zur Unverträglichkeit der eingefärbten Kontaktlinse oder Skleraschale. Schließlich spielt der Patientenwunsch eine wesentliche Rolle für die therapeutische Entscheidung.

Neben diesen klassischen Indikationen kann das Einfärben von Hornhautleukomen bei erblindeten Patienten gelegentlich auftretende Mißempfindungen durch starkes Blendlicht wirkungsvoll eliminieren [7, 23]. Außerdem wurde schon frühzeitig berichtet, daß durch den stenopäischen Effekt eine leichte Visusverbesserung erreicht werden kann [5, 9, 25]. Andere Indikationen

sind Blendung bei traumatischer Aniridie [4, 18] und Beseitigung monokularer Doppelbilder bei Irisdefekten [13, 20, 21]. Aus diesen Beispielen läßt sich ablesen, daß die Methode in Zukunft – etwa auch in Kombination mit lasergestützten hornhautchirurgischen Maßnahmen – ein breiteres Indikationsspektrum im Bereich rekonstruktiver Chirurgie einnehmen könnte.

Methoden

Das ursprünglich von Galen beschriebene Verfahren [8] ähnelt einer Farb-Imprägnierung. Mit einer erwärmten Metallsonde wurden zunächst zerstoßene Galläpfel auf die Narbe gerieben. Danach wurde sog. „chalkanthos“, also Metallsalze (vermutlich Kupfersulfat), aufgetragen. Die Bildung von Metall-Tannin-Komplexen resultierte in einer Braunfärbung der kornealen Narbe. Aus der arabischen Literatur sind verschiedene Rezepturen zur Erzielung unterschiedlicher Farbtöne bekannt. Auch Ali ibn Isa (um 1000 n. Chr.) beschreibt für die Einfärbung von Narben das Einreiben mit einer Salbe, die aus Vitriol, Granatäpfeln, Akazie, Antimon und Galläpfeln hergestellt wird. Eine Blaufärbung

Dr. Susanne Pitz
Augenklinik der Universität Mainz,
Langenbeckstraße 1, 55131 Mainz,
e-mail: pitz@augen.klinik.uni-mainz.de

Das therapeutische Prinzip

wird durch Bilsenkraut, schwarze Farbe durch frisch zerriebene Nußschalen oder Saft von Nachtschatten (bot. *Solanum*) erzielt [1]. Aus dieser Fülle von Angaben wird deutlich, daß die Methode zu dieser Zeit weite Verbreitung gehabt haben muß.

Ähnlich der von Galen beschriebenen „Imprägnierung“ gibt es eine umfangreiche Literatur zur Applikation von Kupfer-, Gold-, Silber- oder Platinsalzen, die in das oberflächliche Stroma nach vorheriger Entfernung des Epithels einmassiert werden [9, 12, 13, 16, 17]. Eine „moderne“ Modifikation dieses Verfahrens wählt dazu die De-Epithelialisierung mit dem Excimer-Laser [2]. Der erwünschte Farbton wird durch chemische Reduktion (z.B. durch UV-Licht oder reduzierende Substanzen wie Adrenalin, Hydrazin) erzielt. Diese Art der Einfärbung birgt das geringste Komplikationsrisiko, da lediglich eine oberflächliche „Imprägnierung“ ohne Inzision in die Hornhaut durchgeführt wird.

Besonders in der vor-mikrochirurgischen Ära, in der Hornhautnarben mit Irisinkarzeration oder -anlagerung häufig waren, stellte dies einen Vorteil dar. Wesentlicher Nachteil ist aber das recht

unvorhersehbare Färbeergebnis. Dies beruht darauf, daß sich narbige Areale schlechter und unregelmäßiger anfärben als die umgebende Hornhaut. Während der Behandlung muß streng darauf geachtet werden, daß eine versehentliche Applikation auf angrenzende Gewebe vermieden wird. Das Spektrum an Farbtönen ist eingeschränkt, da nur graue bis dunkelbraune Farben (mit Platinchlorid auch nahezu schwarz) erzielt werden können. Die histologische Aufarbeitung derart behandelter Hornhäute zeigt, daß die Pigmentpartikel reaktionslos im vorderen Stroma verbleiben [7, 9]. Intraokulare Reizzustände sind nur in Einzelfällen beschrieben [3]. Grundproblematik dieser Technik ist aber das relativ rasche Verblässen der Färbung [5].

Eine zweite Behandlungsmodalität stellt die lamelläre Keratektomie vor Farbstoffapplikation dar. Dies kann manuell mit den zur Präparation von lamellären Keratoplastiken [4, 16] oder korneo/-skleralen Tunnelschnitten üblichen Messern [21], aber auch automatisiert [6] geschehen. Besonders gut geeignet ist diese Technik zur gezielten Einfärbung einer „Pupille“ oder Über-

deckung eines Irisdefektes, da die Platzierung des zu färbenden Areals besonders zuverlässig gelingt. Sie besticht auch deshalb, weil durch die äußerst präzise Präparation der farbstoffaufnehmenden Hornhautschicht mit sehr dauerhaften Färberesultaten gerechnet werden kann. Das Keratektomiescheibchen kann entweder nahtfixiert oder bei Präparation einer Tasche oder eines „flap“ mit Stiel [11, 16] nur locker readaptiert werden. Es scheint, daß bei dieser Präparationstechnik eine Vielzahl von Farbstoffen anwendbar sind, auch solche, die teilweise als obsolet galten, wie z. B. Ruß [21]. Nachteil ist allerdings, daß bei Verkalkung der Narbe oder erheblicher Hornhautverdünnung oder -irregularität eine lamelläre Keratektomie nicht durchführbar ist. Dies scheint die Ursache dafür zu sein, daß über diese Verfahrensweise ausschließlich im Zusammenhang mit nahezu unauffälliger Hornhautmorphologie berichtet wird.

Die dritte technische Modifikation ähnelt sehr der konventionellen Tätowierung der Haut. Historisch ist das Einbringen von Kerzenruß [5] oder Tusche [25] in die geritzte Hornhaut. Alternativen Techniken bringen den Farb-

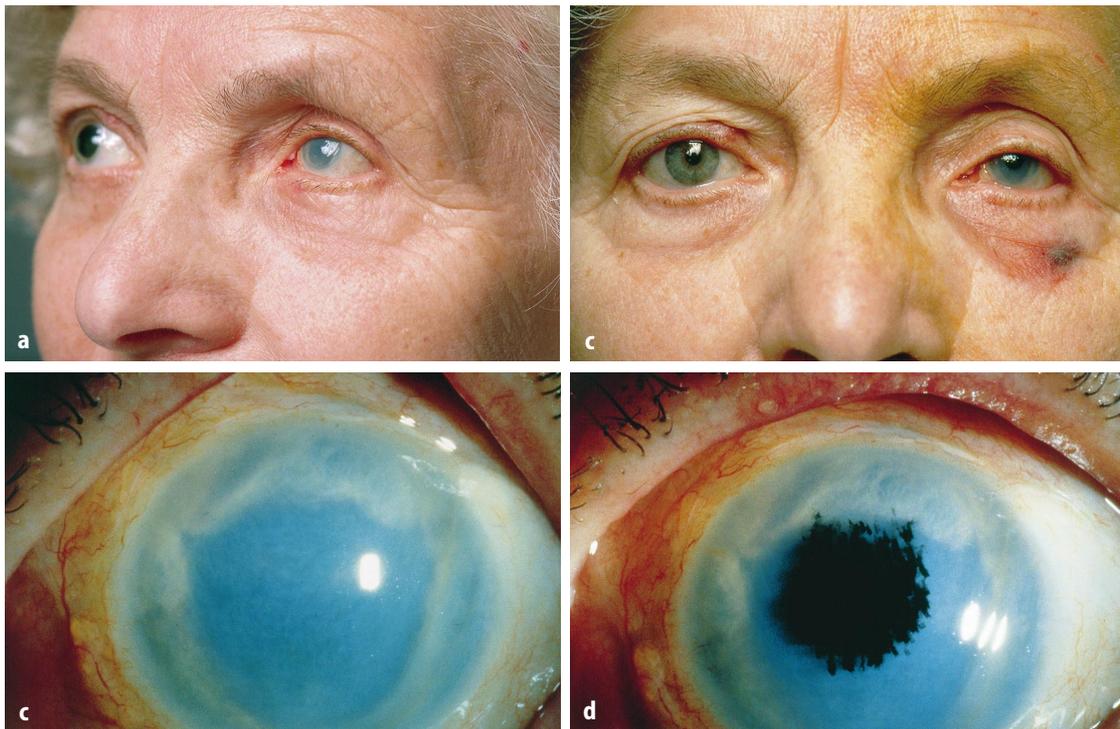


Abb. 1a–d ▲ 68 jährige Patienten, homogene Hornhauttrübung nach mehrfachen vitreoretinalen Eingriffen, Amotio insanata.

(a) Portrait prä-OP. (b) Nach erfolgter Tätowierung einer „Pupille“. (c) Detailaufnahme prä-OP.

(d) Detailaufnahme Post-OP: typischerweise erscheint das kosmetische Ergebnis bei mikroskopischer Betrachtung relativ unbefriedigend

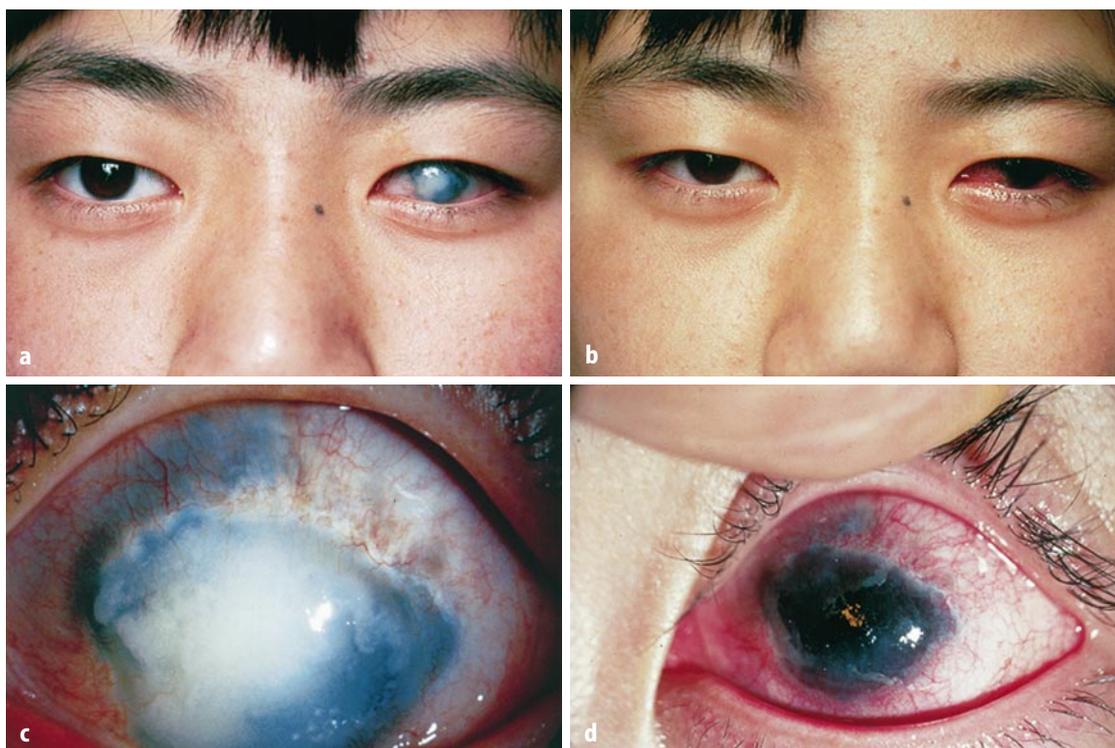


Abb. 2a–d ▲ 13 jähriger Junge, Z. n. perforierender Verletzung in der Kindheit, mehrfache Revisionseingriffe, Amaurose. (a) prä-operativer Befund. (b) Portraitaufnahme post-OP. (c) Detailaufnahme der verkalkten Hornhautnarbe. (d) Detailaufnahme nach EDTA-Abrasio und Tätowierung

stoff mit Ein- oder Mehr-Nadelsystemen [10, 25], konventionellen Skalpelln [18] oder Tätowiernadeln [23] ein. Maschinell unterstützte Systeme haben den Vorteil einer definierten Eindringtiefe, die allerdings auf die Dickenverhältnisse der Haut abgestimmt ist. Durch simultanes Arbeiten mit bis zu 3 Nadeln bei Frequenzen von bis zu 100 Einstichen in der Minute sind diese Verfahren sehr effektiv [26]. Neben Tuschen können konventionelle Tätowierfarben angewandt werden.

Ein wesentlicher Nachteil dieser Methode sind die multiplen Lazerationen der Bowman'schen Lamelle, die zu rezidivierenden Hornhauterosionen führen können. Allerdings zeigt eine Durchsicht der neueren Literatur, daß dies nur für eine vorhergehende Epithelabrasio mit 70% Alkohol beschrieben ist [16]. Die bei dieser Art des Farbstoffauftrages unregelmäßige Applikationstiefe ins vordere Stroma führt im Gegensatz zur lamellären Schnitttechnik zu einem schnellerem Verblassen. Andererseits kann sie bei erheblicher Hornhautpathologie die einzige praktikable Art der Einfärbung sein. Häufig sind bei dieser

Technik mehrere Sitzungen erforderlich [10, 24].

Grundsätzlich gilt für alle geschilderten Behandlungsmethoden, daß die Färbung um so weniger dauerhaft ist, je stärker die Hornhaut vaskularisiert ist, da es dann zum schnelleren Abtransport des Farbstoffes kommt [19]. Der Langzeiteffekt der Tätowierung wird unterschiedlich angegeben. In den meisten Fällen tritt nach spätestens 5 bis 10 Jahren – unabhängig von der gewählten Technik – ein Verblassen ein [5]. Andererseits berichten Sekundo und Mitarbeiter von [22] dauerhaften Färbungen bis zu 61 Jahre nach Behandlung.

Ein prinzipielles Problem ist die verschlechterte biomikroskopische und ophthalmoskopische Kontrolle des hinteren Augenabschnitts. Dieses Problem hat die Hornhauttätowierung mit andern OP-Verfahren gemein, die auf eine Rekonstruktion der Iris abzielen (Irisnaht, Implantation einer Iris-print-IOL), wenn auch die Vermeidung des intraokularen Eingriffes im Einzelfall wünschenswert sein kann.

Viele Autoren schildern eine überraschend positive Einschätzung des Eingriffes durch die Patienten. Dies

deckt sich mit eigenen Erfahrungen an bisher 8 Patienten. Es handelte sich dabei überwiegend um Patienten, die seit vielen Jahren eine kosmetisch auffällige Hornhautnarbe hatten. Die Möglichkeit einer kosmetischen Rehabilitation bei gleichzeitigem Organerhalt wurde von ihnen dankbar aufgenommen. Der Eingriff selbst wurde als wenig belastend erlebt, und auch eine gegebenenfalls erforderliche Wiederholung fand durchweg Akzeptanz.

Farbstoffe

Ein verwirrende Vielfalt von Möglichkeiten bietet sich bei der Wahl des Farbstoffes. Eine Reihe der in der Literatur erwähnten Agenzien wie chinesische Tinte [5] oder uveale Pigmente tierischer Abkunft [14] gelten heute als obsolet. Die Liste verwendeter Farbstoffe reicht von Kerzenruß über herkömmliche Farbpigmente wie Zinnober, Berliner Blau, Sepia, Ultramarin, Indigo, Siena, Goldstaub, Karminrot, Ocker bis zu Verbindungen, wie sie in der konventionellen Tätowierung der Haut üblich sind. Zur Anwendung kommen Fe_2O_3 (braun), $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (dunkelbraun), Fe_3O_4

(schwarz). Diese letzteren Farbstoffe bieten den Vorteil, daß ihre Verträglichkeit wegen der breiten Anwendung auf diesem Sektor als erwiesen gelten kann.

Die bei der konventionellen Tätowierung der Haut verwendeten fertigen Zubereitungen enthalten meistens 80% Alkohol und sind somit autosteril. In eigenen Versuchen erwiesen sie sich nach Autoklavieren jedoch als nur sehr begrenzt lagerfähig. Alternativ kann das entsprechende Pigment sterilisiert und kurz vor der Anwendung in einer geeigneten Trägerflüssigkeit suspendiert werden. Auch hier bietet sich eine breite Palette von Möglichkeiten. Neben sterilem Wasser eignen sich balanced salt solution (BSS) [20], Natrium-Hyaluronat (ergibt eine besonders gut zu verarbeitende, pastöse Konsistenz) [4] oder autologes Serum [21]. Die Bereitstellung und der Herstellungsaufwand eigener Rezepturen lohnt sich allerdings nur, wenn das Verfahren häufiger durchgeführt wird. Über die Lagerungsfähigkeit gibt es in der Literatur keine zuverlässigen Daten.

Die verschiedenen Metallsalze (Goldchlorid, Silbernitrat, Kupfersulfat und Platinchlorid), die zum Erzielen der gewünschten Farbe einer chemischen Reduktion ausgesetzt werden, wurden eingangs ausführlicher beschrieben. Um hiermit gute und reproduzierbare Färberegebnisse zu erreichen, bedarf es großer Erfahrung, da je nach Beschaffenheit der Narbe eine unterschiedliche Farb-Konzentration und variierende Applikationsdauer erforderlich sind [17]. Das macht die Anwendung dieser Substanzen problematisch. Außerdem ist bei diesen Farbstoffen die Tendenz zum Verblassen

ausgeprägter als bei fertigen Pigmentzubereitungen.

Von Blaskovics schreibt, daß die Färbung mit Goldchlorid höchstens 1 bis 2 Jahre hält. Von allen Metallsalzen liefert Platinchlorid das dauerhafteste Ergebnis. Histologische Untersuchungen zeigen, daß nicht-metallische Pigmentpartikel in die Keratozyten inkorporiert und sogar von einer Membran umgeben werden [22]. Aus Metallsalzen gebildete Partikel liegen demgegenüber sowohl intra- als auch extrazellulär [15, 10]. Womöglich ist das die Ursache für ein rascheres Verblassen dieser Färbungen. In Kombination mit der lamellären Keratektomie bieten diese Farbstoffe jedoch durchaus zufriedenstellende Ergebnisse [2].

Die Anwendung von Tinte hat ebenfalls eine lange Tradition. Während für chinesische und indische Tinten lang dauernde und schlecht behandelbare Reizzustände des vorderen Augenabschnittes bekannt sind, berichtet Holth über gute und sehr dauerhafte Ergebnisse mit konventioneller Zeichentusche [10]. Wir können am eigenen Krankengut diese positiven Erfahrungen uneingeschränkt bestätigen: Tusche ist problemlos autoklavieren- und lagerbar und enthebt den Anwender der Notwendigkeit, eigene Rezepturen zu entwickeln und vorzuhalten. Bei den von uns behandelten Patienten traten Irritationen durch den Farbstoff nicht auf. Allerdings liegen keine exakten toxikologischen Daten vor, da diese Art der Anwendung natürlich nicht dem bestimmungsgemäßen Gebrauch entspricht. Aufgrund der chemischen Zusammensetzung kann für schwarze,

blaue und braune Zeichentusche davon ausgegangen werden, daß keine toxikologische bedenklichen Substanzen vorliegen. Anderen Farbtöne (z. B. grün) könnten allerdings schwermetallhaltig sein.

Technik

Operationsbedingungen

Vorbehandlung und operative Vorbereitung erfolgen vergleichbar anderen ophthalmochirurgischen Eingriffen. Beim sterilen Abdecken sollte ggf. das Partnerauge frei bleiben, um sich intraoperativ von Symmetrie und Farbton überzeugen zu können. Die Hornhauttätowierung selbst erfolgt unter dem Operationsmikroskop und unter den für intraokulare Chirurgie üblichen sterilen Kautelen. Dieses Vorgehen erscheint sinnvoll, da grundsätzlich das Risiko einer Hornhautperforation gegeben ist, insbesondere bei Verdünnung der Hornhaut oder sehr unterschiedlicher Rigidität der zu behandelnden Narbe. Technisch erschwert ist die Behandlung bei Bulbushypotonie. Durch manuellen Druck auf die Sklera kann der Bulbus so tonisiert werden, daß die Manipulation an der Hornhaut trotzdem sicher durchgeführt werden kann.

Anästhesieverfahren

Die Wahl der Anästhesieform richtet sich nach den individuellen Erfordernissen: während die Mehrzahl der in der Literatur durchgeführten Eingriffe in Lokalanästhesie (Tropf- oder Retrobulbäranästhesie) beschrieben ist, kann im Einzel-

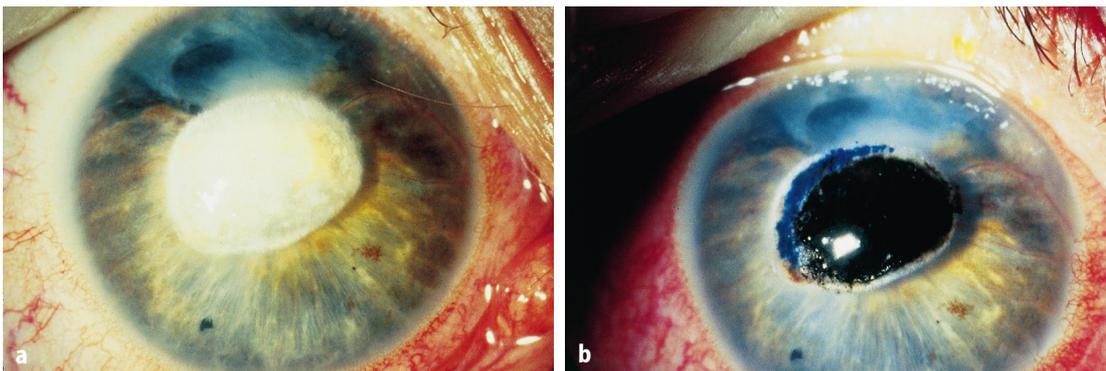


Abb. 6 a,b ▲ 45 jährige Patienten, Narbe nach perforierender Verletzung in der Kindheit, Amaurose, Detailaufnahme (a) prä- und (b) post-operativ

fall auch eine Intubationsnarkose sinnvoll sein. Im eigenen Krankengut entschieden wir uns für die Retrobulbäranästhesie mit Lidakinesie, da sie den Vorteil der Bulbusimmobilität bietet. Dies erwies sich als wertvoll für die exakte Platzierung des Farbstoffes. Bei Patienten, bei denen zusätzlich in derselben Sitzung ein weiterer Eingriff durchgeführt wurde sowie bei einem kindlichem Patienten, bevorzugten wir die Durchführung in Intubationsnarkose.

Durchführung der Tätowierung

Im Folgenden wird das Vorgehen am eigenen Patientengut exemplarisch illustriert (Abb. 1–3): das Einbringen der Farbe (Zeichentusche in den Farbtönen schwarz, blau und braun; bei 121°C für 15 Minuten autoklaviert) erfolgt durch schachbrettartig angeordnete Inzisionen (Abb. 2b) mit der farbstoffbenetzten Nadel eines 10–0 Nylonfadens (z. B. Ethicon EH7998G; asymptotische Spatulanadel mit Mikrospitze).

Überschüssiger Farbstoff wird durch sorgfältiges Spülen entfernt, da nur die ins Stroma eingebrachten Farbstoffpartikel letztlich verbleiben und zum endgültigen Resultat beitragen. Alternativ kann zunächst eine Vorbereitung der Oberfläche durch „Sticheln“ erfolgen, dann der Farbstoffauftrag und schließlich erneutes Sticheln. Bei der Führung der Nadel sollte die Arbeitsrichtung nicht zu stark geändert werden, da ansonsten Stromapartikel „herausgeschnitten“ werden.

Die Konsistenz der Hornhaut im Narbenareal kann sehr unterschiedlich sein; insbesondere derbe Narben erwiesen sich dabei gelegentlich als recht vulnerabel. Angestrebt wird die Farbstoffapplikation möglichst gleichmäßig ins vordere Stroma. Stark kalzifizierte Narben nehmen den Farbstoff nur unzureichend auf. Durch eine gleichzeitige EDTA-Entfernung der Kalkplatte läßt sich aber ein befriedigendes Ergebnis erreichen (Abb. 2a–d). Durchschnittlich sind 200 bis 500 Inzisionen erforderlich; ggf. auch in mehreren Sitzungen.

Falls eine Pupille eingefärbt werden soll, empfehlen viele Autoren das Markieren der entsprechenden Zone durch Einkerbungen mit einem Trepan; dabei sollte der Durchmesser der eingefärbten Pupille etwas über dem der Gegenseite liegen.

Die Nachbehandlung wird unterschiedlich angegeben. Während überwiegend bis zum Epithelschluß mit lokalen Antibiotika und ggf. Verband therapiert wird, verwenden einzelne Arbeitsgruppen zusätzlich lokal Steroide und/oder eine Verbandskontaktlinse [23]. Postoperative Beschwerden sind in aller Regel gering und beschränken sich auf Fremdkörpergefühl bis zur vollständigen Reepithelialisierung.

Fazit für die Praxis

Aufgrund erheblicher Fortschritte rekonstruktiver mikrochirurgischer Verfahren wird heute eine Hornhauttätowierung nur in ausgewählten Fällen in Betracht gezogen. Trotzdem bietet dieses Verfahren bei Augen mit massiv reduzierter Funktion, bei denen aus verschiedenen Gründen (fehlende Aussicht auf visuelle Rehabilitation, hohes Phthisisrisiko, Patientenwunsch) aufwendige Operationsverfahren nicht sinnvoll sind und eine farbige bedruckte Kontaktlinse unverträglich ist, eine wertvolle Behandlungsmöglichkeit zur Verbesserung des kosmetischen Erscheinungsbildes dar.

Aus der Vielzahl der möglichen Modifikationen der Hornhauttätowierung sollte diejenige gewählt werden, die je nach zugrundeliegender Hornhautpathologie ein optimales Resultat verspricht. Die exemplarisch gezeigten Fälle belegen, daß auch mit minimalem apparativem Aufwand gute Ergebnisse zu erzielen sind. Überraschend sind auch die durchgehend sehr positiven Reaktionen der betroffenen Patienten auf diese einfache und wenig belastende Behandlungsmodalität.

Literatur

1. Ali Ibn Isa (1986) **Über die Färbung der Narben und über das blaue Auge.** In: Sezgin F (Hrsg) Augenheilkunde im Islam. Frankfurt, Band 3: 421–423
2. Anastas CN, McGhee CNJ, Webber SK, Bryce IG (1995) **Corneal tattooing revisited: excimer laser in the treatment of unsightly leucomata.** Aust N Z J Ophthalmol 23: 227–230
3. Aust (1926) (Diskussionsbemerkung) Z Augenheilkd 58: 374–375
4. Beekhuis WH, Drost BHIM, van der Velden/Samderubun EM (1998) **A new treatment for photophobia in posttraumatic aniridia: a case report.** Cornea 17: 338–341
5. von Blaskovics L (1938) **Die Färbung der Hornhaut.** In: von Blaskovics L, Kreiker A (Hrsg) Eingriffe am Auge. Enke, Stuttgart, S 247–250

6. Burris TE, Holmes–Higgin DK, Silvestrini TA (1998) **Lamellar intrastromal corneal tattoo for treating iris defects (artificial iris).** Cornea 17: 169–173
7. Duke–Elder S (1965) **Tattooing of the cornea.** In: Duke–Elder S (Hrsg) Duke–Elder’s System of Ophthalmology. Kimpton, London, VII(2) 645–647
8. Galen C (1965) **Von den örtlichen Heilmitteln.** In: Kühn CG (Hrsg) C Galeni, opera omnia. Georg Olms Verlag, Hildesheim, XII 739
9. Gifford SR, Steinberg A (1927) **Gold and silver impregnation of cornea for cosmetic purposes.** Am J Ophthalmol 10: 240–247
10. Holth S (1926) **Die Technik der Hornhauttätowierung, speziell der mehrfarbigen.** Klin Monatsbl Augenheilkd 77: 289–302
11. Karelus K (1926) **Über subepitheliale Tätowierung der Hornhaut.** Zbl ges Ophthal 16: 259–260
12. Knapp P (1925) **Eine neue Methode der Hornhauttätowierung.** Klin Monatsbl Augenheilkd 75: 22–27
13. Knapp P (1925) **Die Tätowierung mit Goldchlorid.** Klin Monatsbl Augenheilkd 75: 693–698
14. Nieden A (1901) **Über eine Tätowiermethode und die Benutzung neuen Tätowiermaterials.** Ber dtsch ophthal Ges 29: 249–254
15. Olander K, Kanai A, Kaufman HE (1983) **An analytical electron microscopic study of a corneal tattoo.** Ann Ophthalmol 15: 1046–1049
16. Panda A, Mohan M, Chawdhary S (1984) **Corneal tattooing – experiences with „lamellar pocket procedure“.** Ind J Ophthalmol 32: 408–411
17. Pischel DK (1930) **Tattooing of the cornea with gold and platinum chloride.** Arch Ophthalmol 3: 176–181
18. Reed JW (1994) **Corneal tattooing to reduce glare in cases of traumatic iris loss.** Cornea 13: 401–405
19. Reed JW (1995) **Corneal tattooing (letter).** Cornea 14: 225–226
20. Reed JW, Beran RF (1988) **Elimination of monocular diplopia by corneal tattooing.** Ophthalmic Surg 19: 437–439
21. Remky A, Redbrake C, Wenzel M (1998) **Intra-stromal corneal tattooing for iris defects.** J Cataract Refract Surg 24: 1285–1287
22. Sekundo W, Seifert P, Seitz B, Loeffler K (1999) **Long term ultrastructural changes in human corneas after tattooing with non-metallic substances.** Br J Ophthalmol 83: 219–224
23. van der Velden/Samderubun EM, Kok JHC (1994) **Dermatography as a modern treatment for coloring leucoma corneae.** Cornea 13: 349–353
24. van der Velden/Samderubun AM, Kok JHC, den Dulk LD (1995) **Corneal tattooing.** Cornea 14: 225
25. von Wecker L (1872) **Das Tätowieren der Hornhaut.** Arch Augenheilkunde 2: 84–87
26. Wessels IF, Wessels GF (1996) **Mechanized keratocorpigmentation: corneal tattooing with the blepharopigmentor.** Ophthalmic Surg Lasers 27: 25–28