

Redaktion

C. Krettek, Hannover

P. M. Vogt · A. Jokuszies · A. Niederbichler · K. Busch · C. Y. Choi · S. Kall
 Klinik und Poliklinik für Plastische, Hand- und Wiederherstellungschirurgie,
 Zentrum für Schwerbrandverletzte, Medizinische Hochschule Hannover

Primäre chirurgische Therapie bei Verbrennungen

Das chirurgische Management inklusive der Hautersatzverfahren stellt auf der Basis einer speziellen Intensivtherapie den wichtigsten Eckpfeiler in der Behandlung des schweren Verbrennungstraumas dar. Einer adäquaten Beurteilung des frühen Zeitverlaufs kommt dabei eine entscheidende Rolle zu. Nur damit lassen sich septische Komplikationen, ein Zeitverzug beim Débridement mit unnötigen zusätzlichen Operationen ebenso verhindern wie die fatalen funktionellen und ästhetischen Konsequenzen schwerer thermischer Verletzungen.

Unter Berücksichtigung von Ausdehnung, Tiefe, der Zeitfaktor und möglicher sekundärer Auswirkung auf die Organsysteme ist die chirurgische Behandlung der Verbrennungswunde ein äußerst komplexes Vorgehen und setzt die Logistik einer spezialisierten Verbrennungseinheit voraus [12].

Tab. 1 Zeitgemäße Standards in der Verbrennungsmedizin. Stellenwert der chirurgischen Therapie im Gesamtkonzept – Eckpfeiler der Verbrennungstherapie

Volumenersatz
Frühernährung
Infektionskontrolle
– Frühexzision, autologer Hautersatz
– Verringerung von Blutverlusten
– Vorgehen nach Verbrennungstiefe
Frühe Rehabilitation
Frühe Reintegration
Kontrolle der Narbenreifung
– Frühe Rekonstruktion
(Funktionell, ästhetisch)

Eine sofortige dringliche Operationsindikation besteht im Wesentlichen bei ausgedehnten Verbrennungen zu Entlassungsschnitten oder Eingriffen bei begleitendem Polytrauma. Als frühzeitige chirurgische Interventionen schließen sich Débridement und Hautersatz sequentiell und stadiengerecht an. Konsens besteht heute in der Verbrennungschirurgie darin, eine möglichst frühzeitige Exzision (Frühexzision) verbrannter Hautareale durchzuführen, da nur so die Mortalität und Sekundärarbidität zu reduzieren sind.

Frühe Nekrosenexzision und Hauttransplantation

Seit den 60er Jahren des vergangenen Jahrhunderts werden bei Verbrennungen systematische Frühexzisionen und -transplantationen durchgeführt [16, 19, 39]. Unter früher Exzision, die heute den international anerkannten Standard darstellt, wird eine Entfernung der Nekrosen auf chirurgischem Wege ab dem 3. Tag posttrauma verstanden. Jackson führte erstmals die Frühexzision und -transplantation durch. Beginnend mit kleinen Arealen zunächst bei 3% Körperoberfläche steigerte er das Ausmaß der Exzision auf 30% Körperoberfläche (KOF). Die sog. tangentielle Exzision, d. h. eine im Niveau der Lederhaut gelegene schichtweise Abtragung, wird seit den 70er Jahren ausgeübt [22, 32]. Zunächst wurde das Verfahren bei kleineren Verbrennungen, später auch bei größeren Ausdehnungen durchgeführt. Nachteil ist der erhebliche Blutverlust aus der stark

vaskularisierten Dermis (bis zu 5 ml/cm² Exzisionsfläche).

Das Verfahren der radikalen epifaszialen Exzision, d. h. Entfernung bis auf die Muskelfaszien wurde erstmals von Burke 1974 vorgestellt [5]. Er erreichte bei Kindern mit >80% verbrannter Körperoberfläche damit eine signifikante Verbesserung der Überlebensrate. Studien aus Seattle durch Engrav et al. 1983 [11] zeigten neben der Verbesserung der Überlebensrate erstmalig auch eine qualitative Verbesserung der Heilung. Bei tangentialer Exzision im Vergleich zur konservativen Behandlung resultierte eine frühere Arbeitsfähigkeit, kürzere Hospitalisation und deutlich bessere Narbenqualität aufgrund reduzierter Narbenhypertrophie.

Herndon et al. [17] demonstrierten 1989, dass die Überlebensprognose bei Kindern mit ausgedehnten drittgradigen Verbrennungen durch Frühexzision verbessert wurde. Mittlerweile besteht allgemeiner Konsens über den therapeutischen und prognostischen Nutzen der Frühexzision und sofortigen Hautdeckung.

Mit dem Konzept der Frühexzision und Eigenhautdeckung [48] war somit einer der wichtigsten Grundsteine für die weitere Prognoseverbesserung nach schweren Verbrennungen gelegt worden.

Problem „Keimbesiedelung“

Eines der wichtigsten Argumente für die frühe Exzision verbrannter Hautareale ergibt sich aus dem Problem der frühen

Meinem verehrten Lehrer Prof. Dr. Hans-Ulrich Steinau, Bochum, zum 60. Geburtstag gewidmet.

Keimbesiedelung, bakteriellen Invasion und autolytischen Dermarkation, zu der eine verbrennungstraumabedingte Immunsuppression wesentlich beiträgt [37]. Alle antiseptischen lokalen Maßnahmen die historisch zunächst in der Anwendung von Silbersulfadiazine oder PVP-Jod auch in Verbindung mit Gerbungsverfahren bestanden, zielten darauf ab, die oberflächliche Keimbesiedelung ebenso wie die Tiefeninvasion der Keime in der verbrannten Haut zu reduzieren [33]. Klinisch-bakteriologische Untersuchungen belegen, dass eine Tiefeninvasion von grampositiven und zunehmend auch von gramnegativen Erregern im Zeitverlauf nach Verbrennung mit exponentieller Vermehrung der Keimzahl stattfindet.

Der infektiöse Fokus in verbrannter Haut wird heute neben der initialen antiseptischen Behandlung [8] v. a. durch die frühe Nekrosexzision effizient beseitigt.

Prognostische Aspekte der Verbrennkrankheit

Die Verbesserung der Prognose seit Beginn der 50er Jahre lässt sich also im Wesentlichen auf eine Systematik in der Verbrennungsmedizin zurückführen, die heute auf mehreren Säulen beruht [36], (■ **Tab. 1**).

So wird aktuell eine 50%ige Überlebensrate bei doppelter verbrannter KOF als etwa in den 50er Jahren erreicht. In der Altersgruppe von 0–14 Jahren lässt sich dies besonders beeindruckend ablesen (■ **Tab. 2**). In Analogie gilt dies auch für die älteren Erkrankungsgruppen, wobei erfahrungsgemäß die Prognose für die >65-Jährigen am schlechtesten ist [37]. Als Prognoseindex hat sich der „abbreviated burn severity index“ (ABSI) fest etabliert.

Kombinationsverletzungen

Die epidemiologischen Ursachen von Verbrennungen liegen im Wesentlichen im häuslichen Bereich. Während bei Erwachsenen die Flammenverbrennungen dominieren, kommt es bei Kindern am häufigsten zu Verbrühungen.

Bestehen Verbrennungen im Rahmen von Autounfällen, so muss in 30% mit dem Vorliegen muskuloskelettaler Begleitverletzungen gerechnet werden. Der-

Hier steht eine Anzeige.



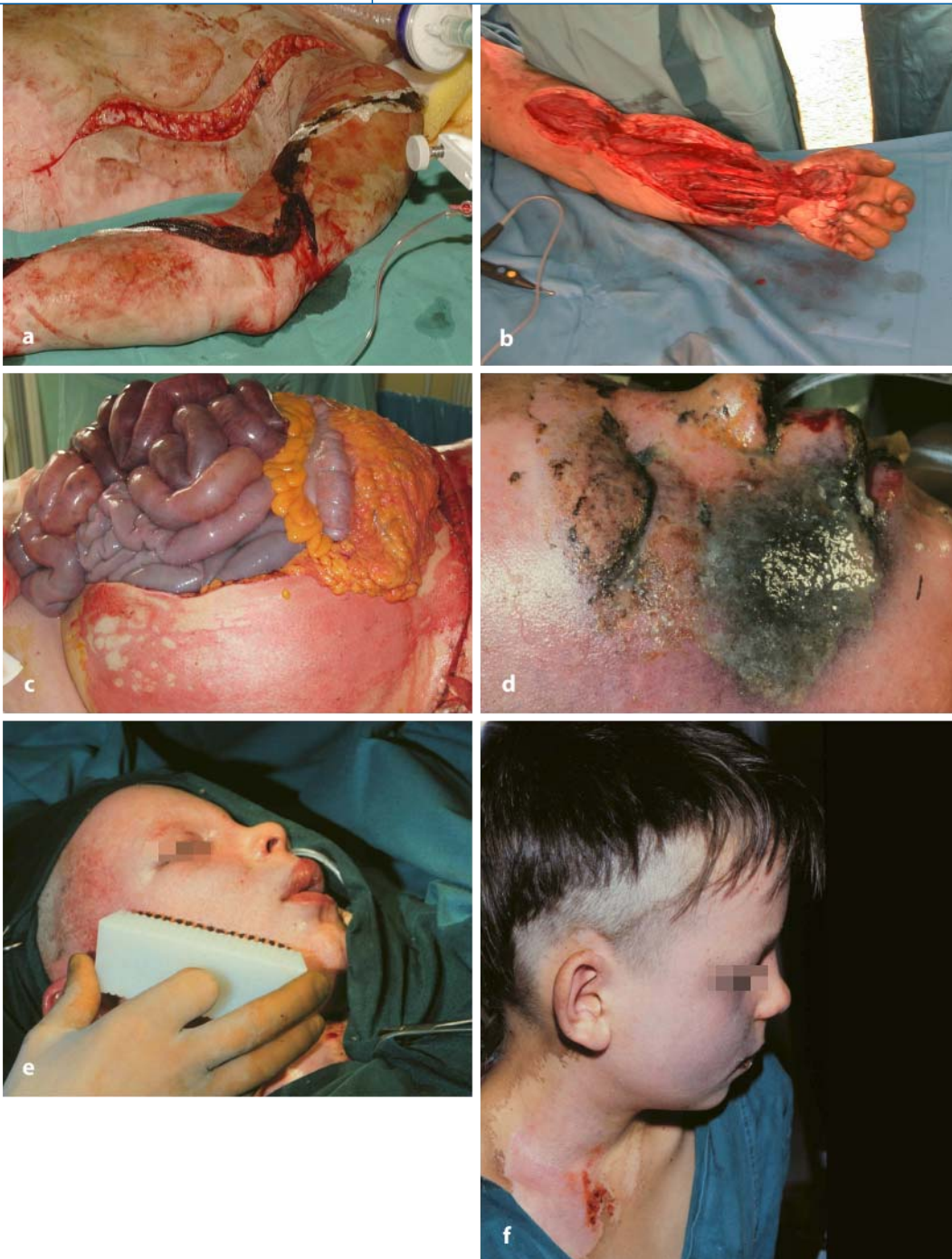


Abb. 1 ◀ Operative Sofortmaßnahmen beim Brandverletzten. **a** Entlastungsinzisionen bei zirkulären Verbrennungen an oberer Extremität und Thorax. **b** Kompartimententlastungen beim Hochvoltelektrotrauma. **c** Abdominelles Kompartiment bei ausgeprägtem Kapillarleck und Mikrozirkulationsstörungen, hier bereits mit partieller Darmnekrose, nach verzögerter Erstzuweisung ins Verbrennungszentrum. **d** Schmaucheinsprengungen im Gesicht erfordern sofortiges Débridement (**e**), um dauerhaften entstellenden Tätowierungen vorzubeugen (**f**)

artige Kombinationsverletzungen stellen bei den 15- bis 25-jährigen Brandverletzten auch das dominante Unfallmuster dar.

Neben dem direkten Flammenkontakt führen Explosionen zum Einsprengen von Fremdkörpern und insbesondere zum Auftreten tiefgradiger Verbrennungen. Es liegen Frakturen, Thoraxtrauma und Weichteilverletzungen vor, ebenso wie Verletzungen des Gesichtsschädels, des Gehirns, der Wirbelsäule, Organ-

oder Gefäßrupturen. Somit entspricht das Verletzungsmuster im Wesentlichen dem der polytraumatisierten Pkw-Verunfallten mit dem zusätzlichen Auftreten von Verbrennungen. In 15% der Fälle tritt ein Inhalationstrauma auf, welches dazu führt, dass es in bis zu einem Drittel zu letalen Ausgängen kommt. Die besondere Problematik liegt bei offenen Frakturen in der nach Verbrennung ohnehin schwierigen Hautbedeckung [42]. Erschwerend kom-

men ausgedehnte Quetschungen z. B. bei thermischen Walz-Quetsch-Mechanismen vor [3].

Andere Traumaformen

Als Sonderform der Verbrennungsverletzungen gilt die Einwirkung von Starkstrom, das sog. Elektrotrauma (s. unten). So kommt es z. B. beim Erklettern von Hochspannungsmasten oder bei Dra-

chenfliegern nicht nur zu verheerenden elektrothermischen Verletzungen von Haut und Weichteilen [6], sondern auch zu Absturztraumen mit schweren muskuloskelettalen und Organverletzungen.

Eine weitere wichtige Gruppe mit Begleitverletzungen umfasst Kleinkinder und Säuglinge, bei denen ungewöhnliche Verbrühungs- oder Verbrennungsmuster sowie Prellmarken und Frakturen den Verdacht auf Misshandlungsdelikte erwecken [46].

Chirurgische Erstmaßnahmen

Auf die notwendige verbrennungsspezifische Intensivmedizin wird in diesem Beitrag nicht eingegangen. Das Spektrum der chirurgischen Maßnahmen ist in **Tab. 3** wiedergegeben. In der primären Diagnostik während der Erstversorgung der Verbrennungsverletzungen gilt es, die oben bereits erwähnten Begleitverletzungen auszuschließen. Eine vorrangige chirurgisch-operative Maßnahme stellt bei zirkulären Verbrennungen die Escharotomie dar. Bei diesem Verfahren wird die verbrannte Haut in speziellen Schnittlinien komplett bis zur Faszie durchtrennt, um zirkuläre Konstriktionen zu entlasten und die Perfusion zu verbessern (**Abb. 1a–c**). In besonderen Fällen dehnt sich die Escharotomie auch auf die Muskelfaszien aus und wird dann in Form von Kompartmentspaltungen, wie sie beim Elektrotrauma erforderlich ist [41], ausgeführt.

Sofortige Nekrektomie

Bei Einlieferung in das Verbrennungszentrum werden alle lose sitzenden Hautfetzen und Blasen unter sterilen Operationsbedingungen abgetragen. Während die Tiefenausdehnung von Brandverletzungen und damit auch das Ausmaß der Exzision meistens erst im weiteren Zeitverlauf einzuschätzen ist, bedarf es bei den explosionsbedingten Schmauchinsprengungen einer sofortigen operativen Maßnahme. Hier hat sich ein Bürstendébridement bewährt, mit dem die tief dermal eingesprengten Schmutz- oder Fremdkörperpartikel primär entfernt werden können (s. **Abb. 1d–f**). Wird dies unterlassen, entstehen hart-

näckige Schmutztätowierungen mit Eindringen der Partikel in die tieferen Schichten. In Extremfällen kann dann bei unterlassener Primärbehandlung nur noch eine Vollhautexzision und Hauttransplantation mit entsprechend ungünstigem kosmetischem Ergebnis durchgeführt werden.

Tracheotomie

Beim Inhalationstrauma und zu erwartender Langzeitbeatmung kann frühzeitig eine Tracheotomie erforderlich sein [29]. Diese wird im eigenen Vorgehen vornehmlich als plastische Tracheotomie aufgeführt, da bei stark ödematös geschwollener Halsregion im Rahmen des Verbrennungsödems eine evtl. erforderliche Reintubation so am einfachsten durchzuführen ist. Das Verfahren gilt als sehr sicher, akzidentielle Verletzungen sind wegen der offenen chirurgischen Präparation nicht zu erwarten. Der sekundäre Tracheotomaverschluss durch Zurückklappen des ventralen Knorpel-Schleimhautlappens ist unproblematisch. Sekundäre narbige Trachealstenosen oder Malazien sind eine Rarität.

Laparotomie

Neben den direkten Organverletzungen beim stumpfen Thoraxtrauma mit notwendiger abdomineller Revision ergibt sich eine besondere Indikation beim Vorliegen des extrem seltenen abdominellen Kompartmentsyndroms. Hohe Beatmungsdrücke und Oligurie gelten als Verdachtsmomente eines pathologischen pathologisch erhöhten intraabdominellen Druckes gefolgt von schwersten Perfusions- und Diffusionsstörungen der Viszeralorgane. Die Letalität liegt bei 100%. Als Goldstandard gilt gegenwärtig die Messung des Blasendruckes, der oberhalb des Normwertes von 10–15 mm Hg (gemessen als Blasendruck) eine zeitige Intervention in Form der entlastenden Laparotomie erfordert [21].

Nekrektomie der Verbrennungswunden

Als Goldstandard gilt die Frühnekrektomie, die bei definitiver Einschätzung

Zusammenfassung · Abstract

Unfallchirurg 2006 · 109:270–277
DOI 10.1007/s00113-006-1073-x
© Springer Medizin Verlag 2006

P. M. Vogt · A. Jokuszies · A. Niederbichler · K. Busch · C. Y. Choi · S. Kall

Primäre chirurgische Therapie bei Verbrennungen

Zusammenfassung

Die moderne Verbrennungstherapie, basierend auf allgemein anerkannten Eckpfeilern der Therapie, hat seit der flächendeckenden Einrichtung von Zentren für Schwerbrandverletzte die Überlebensprognose der betroffenen Patienten deutlich verbessern können. Wesentliche Grundlagen einer erfolgreichen Therapie bilden eine adäquate Volumentherapie, eine frühe enterale Ernährung, Infektionskontrolle und die frühe Hautexzision mit autologem Hautersatz. Zu dieser Akutbehandlung gehört zwingend eine frühe Rehabilitation, frühe Reintegration in das Berufs- und Privatleben, Kontrolle der Narbenreifungen, sowie stadiengerechte plastische Korrektur der funktionellen und ästhetischen Folgeerscheinungen.

Schlüsselwörter

Schwere Verbrennungen · Primäre chirurgische Therapie · Hautersatz · Sepsis · Frühkomplikationen · Operative Therapie · Rekonstruktive Mikrochirurgie

Early surgical management of severe burns

Abstract

The success of modern burn therapy is based on an understanding of the pathophysiology and application of burn intensive care implying fluid resuscitation and management of pulmonary or other organ failure. With the development of early eschar excision and wound closure by immediate grafting, survival and cosmetic outcome were further improved. Especially in post-acute therapy, early physical rehabilitation, early reintegration, and early plastic surgical correction of the sequelae are indispensable for the outcome.

Keywords

Severe burns · Primary surgical therapy · Skin substitutes · Sepsis · Early complications · Operative therapy · Reconstructive microsurgery

Tab. 2 Prognose der Verbrennungskrankheit 1952–1993 in Prozent der Körperoberfläche (KOF, assoziiertes Trauma in bis zu 5%; Frakturen in 10% bei Kombinationsverletzten), [44]

Alter [Jahre]	1952 [% KOF]	1993 ^a [% KOF]
0–14	49	98
15–44	46	72
45–64	27	51
>65	10	25

^a Galveston Burn Unit.**Tab. 3** Spektrum der chirurgischen Maßnahmen im Rahmen der Verbrennungsbehandlung (Versorgung von vital bedrohlichen Begleitverletzungen)

Escharotomie
Débridement
Tracheotomie
Laparotomie
Biopsie (kultivierte Transplantate)
Nekrektomie
Autologer Hautersatz
Autologe Zuchthaut
(Alloplastischer) Hautersatz
Freier microchirurgischer Gewebettransfer

Tab. 4 Biologische und synthetische Hautersatzmaterialien in der Verbrennungsmedizin

Spalthaut ungemesht
Spalthaut gemesht 1:1,5/1:3/1:6
Vollhaut
Lappenplastiken
Fremdhaut – homologe (allogene) Haut
Schweinehaut
Amnion
Kultivierte Keratinozyten/"composite sheets"/ Sprühkeratinozyten
Artifizielle Dermis (Kollagen-GAG-Matrix, Kollagen-Elastin-Matrix)
Synthetische Auflagen (Biobrane, Epigard, Mepithel etc.)

der Verbrennungstiefe entweder tangential unter Erhaltung von möglichst viel Dermis [33] oder vollschichtig epifaszial ausgeführt wird [28]. Bei der Nekrektomie, insbesondere wenn sie tangential durchgeführt wird, ist mit erheblichen Blutverlusten zu rechnen [7] und ein entsprechender Volumenersatz vorzunehmen.

Bei einer epifaszialen Nekrektomie lassen sich rasch große Flächen relativ blut-

sparend entfernen. Nachteil ist hier der ungünstige kosmetische Effekt wegen des fehlenden Unterhautfettgewebes, so dass immer vitale Dermis erhalten werden sollte.

Steht genügend Eigenhaut zur Verfügung, erfolgt die sofortige Deckung mit Spalthaut. Ansonsten kann der Verbrennungschirurg heute auf einen großen Fächer an permanenten und temporären Hautersatzmaterialien zurückgreifen (■ Tab. 4).

Temporärer Hautersatz bei Verbrennungswunden

Der temporäre Hautersatz wird mit Materialien durchgeführt, die aus biologischen Matrixbestandteilen bestehen, wie z. B. Kollagen-Sheets. Zur Gruppe der biologischen Hautersatzmaterialien zählt die allogene Haut von Leichenspendern, die entweder glycerol- oder kryokonserviert zur Verfügung steht. Sie schützt die regenerierende Epidermis auf tangential abgetragener Lederhaut. Nach dem Aufbringen wird sie idealerweise intergriert und im weiteren Zeitverlauf entweder abgestoßen [23] oder durch die körpereigenen Keratinozyten überwachsen und in die Lederhaut eingebaut [4, 10]. Als temporärer Ersatz auf vollschichtigen (epifaszialen) Exzisionen wird sie entfernt und in der Regel durch autologe Spalthauttransplantate ersetzt.

Weitere gebräuchliche Materialien für die temporäre Abdeckung stellen Kunststofffolien [2], Kollagenfolien [1] oder Kombinationen von Kunststoffen mit biologischen Matrices (z. B. Kollagen) [30] dar. Nur selten wird heute noch Schweinehaut oder Amnion als temporäre Wundabdeckung eingesetzt [9, 15].

Endgültiger Dermisersatz

Gebräuchlich ist ein Ersatz aus Kollagen und Glucosaminoglycan wie er in Form von Integra[®] erhältlich ist [18] sowie kryokonservierte Dermis [44]. In der Regel werden die biologischen Ersatzmatrices, die ja die verloren gegangene Lederhaut ersetzen sollen, nach ihrer Vaskularisation mit autologer Spalthaut oder gezüchteten Keratinozyten überdeckt. Bei dem ersten künstlich hergestellten und populärsten Dermisäquivalent Integra, das seine Hauptindikation v. a. bei ausgehntesten drittgradigen Verbrennungen besitzt, zeichnet sich eine Verschiebung der Indikation hin zu den sekundären rekonstruktiven Anwendungen ab [24]. Eine neuere Entwicklung besteht in einer offenporigen dreidimensionalen Matrix aus nativ strukturierten Kollagenfibrillen mit Elastin für die dermale Regeneration.

Die Kombination von Elastin und Kollagen in Matriderm[®] ergibt ein stabiles Netzwerk, das von den Körperzellen während der Wundheilung durchwachsen und umgebaut wird. Im Gegensatz zu reinen Kollagenen wird es nicht vorzeitig abgebaut und ermöglicht daher den Wiederaufbau der Unterhautschicht.

Goldstandard autologer Hautersatz

Nach wie vor gilt die patienteneigene Spalthaut, sowie für spezielle Lokalisationen wie Augenlider auch die Vollhaut, als uneingeschränkt beste Methode des Hautersatzes [13, 35]. Zum einen heilt dieser biologische, lebende Hautersatz primär ein, zum anderen ergibt er die besten funktionellen und kosmetischen Ergebnisse, entsprechend dem plastisch-chirurgischen Grundsatz Gleiches mit Gleichem zu ersetzen (■ Abb. 2).

Spalthaut wird entweder ungemesht (aus kosmetischen Gründen auf dem Handrücken oder im Gesicht) oder gemesht (Vergrößerung der Transplantationsfläche in der Regel 1:1,5 oder 1:3, selten 1:5) transplantiert. Als Alternative zu Meshgraft mit weiter Expansion bietet sich das Meek-Verfahren an, bei dem Hautinseln ähnlich dem historischen Reverdin-

Verfahren in weiten Abständen verpflanzt werden und dann zu konfluierenden Arealen mit vergleichbaren kosmetischen Ergebnissen zusammenwachsen [25]. Eine Variante stellt die sog. Chinesische Methode dar, bei der eine Vermischung mit allogenen Hautinseln vorgenommen wird [20, 50].

Populärer ist das Sandwichverfahren, bei dem weit gemeshete autologe Meshgraft mit allogener Meshgraft überdeckt wird. Dadurch erhält die noch vulnerable autologe Meshgraft bei weiter Expansion eine temporäre biologische Bedeckung [26]. Gelegentlich hat auch das historische Reverdin-Verfahren eine Indikation. Insbesondere bei tiefen analen Verbrennungen kann durch das „Spicken“ der verbrannten Anahaut mit kleinen Vollhautstücken eine sichere Einheilung erzielt werden.

Lappentransplantate

Die plastisch-rekonstruktive Chirurgie und Mikrochirurgie ermöglicht heute die Verpflanzung komplexer Transplantate mit hohen Erfolgsraten. Bei akuten Brandverletzungen liegen selten Indikationen vor, eher werden Rekonstruktionen im späteren Verlauf erforderlich [38]. Frühzeitige Indikationen bestehen üblicherweise beim Elektrotrauma mit ausgedehntem Weichteilverlust an Skalp oder Extremitäten und bei begleitenden offenen Frakturen (■ **Abb. 3c, d**). Hier ist es heute möglich, insbesondere mit freien mikrovaskulären Lappentransplantaten eine primäre Rekonstruktion zu erzielen. Insbesondere bei drittgradigen Verbrennungen und offenen Frakturen sichert die myoplastische Defektdeckung den Extremitätenerhalt.

Hochspannungsverletzung

Hier liegen besondere Anforderungen an die Indikationsstellung zum operativen Vorgehen vor. Ob neben der meistens indizierten Kompartmentspaltung eine radikale oder eher konservativere Nekrosenentfernung vorgenommen werden sollte, wird durchaus kontrovers diskutiert [34]. Durch den Stromdurchfluss mit Auftreten einer Elektroporation resultieren



Abb. 2 ◀ Hauttransplantation beim Brandverletzten. **a** Abdeckung einer debridierten tief zweitgradigen Verbrennung mit allogener glycerolkonservierter Fremdhaut. **b** Stabile Einheilung nach tangentialer Abtragung. **c** Vollhauttransplantate in der Lidregion

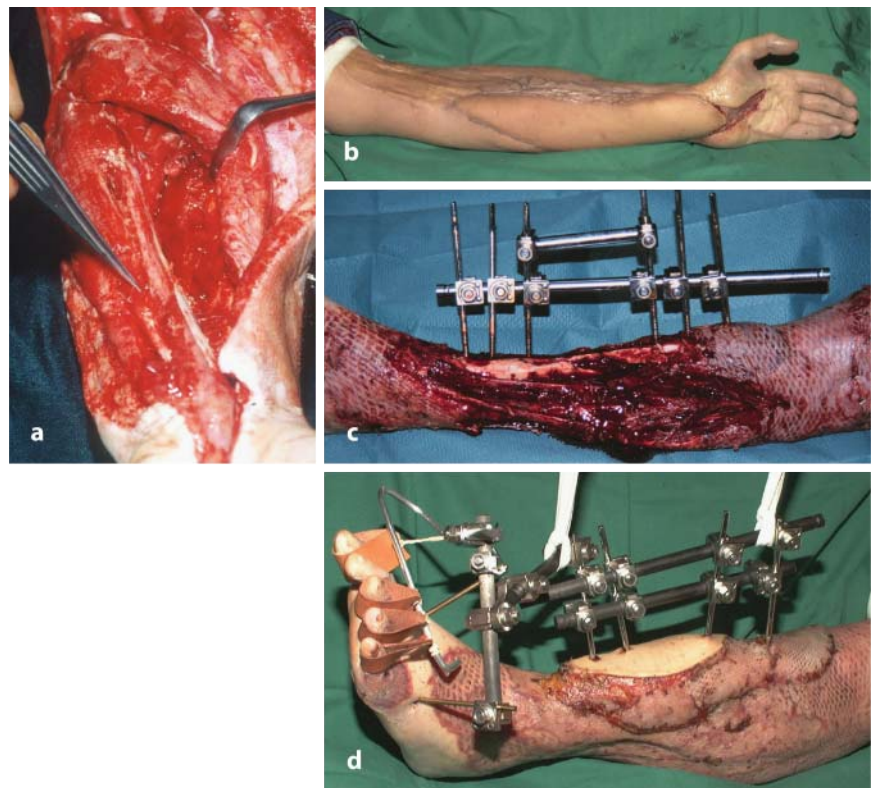


Abb. 3 ▲ Indikationen für frühzeitige Rekonstruktionen beim Brandverletzten. **a** Ausgedehnter Haut-Weichteil-Defekt nach Hochspannungsverletzung (Eisenbahnoberleitung). **b** Defektdeckung durch freien mikrovaskulär angeschlossenen Latissimus-dorsi-Lappen. **c** Ausgedehnter Haut- und Weichteilverlust einer drittgradig offenen Unterschenkelfraktur bei auswärtig anversorgter Verbrennung III. Grades ohne adäquate Weichteilrekonstruktion. **d** Débridement und Weichteilrekonstruktion durch freies Latissimustransplantat

oftmals ausgedehnte Muskelnekrosen mit Verlust der funktionellen Muskelgruppen, insbesondere am Arm und Hand. Mehrheitlich wird die frühe Kompartmentspaltung und sequentielles Débridement mit

antiseptischer Lokalbehandlung empfohlen [41]. Für ausgedehnte Defekte werden gestielte oder freie Lappen mit mikrovaskulärer Verpflanzung erforderlich [45] (s. ■ **Abb. 3a, b**), um einen Extremität

tätenerhalt zu erzielen. Dennoch ist ein Extremitätenerhalt nicht in allen Fällen möglich und Amputationsraten von bis zu 38% beschrieben [40].

Zuchthaut und biologischer Hautersatz

Die Möglichkeit, im Labor autologe Keratinozyten zu großen Flächen in Form von Sheets zusammenwachsen zu lassen [14], hat die Möglichkeiten der Defektdeckung auch ausgedehntester Verbrennung bedeutend erweitert und vielfältige Forschungsaktivitäten in Gang gesetzt. Allerdings ist mit dem Zuchthautverfahren kein vollwertiger Hautersatz gegeben, da diese Ersatzhaut nur der Epidermis entspricht und damit mechanisch wenig belastbar ist. Unter Einsatz von Dermisäquivalenten wie Integra [27] oder allogener Dermis wird eine verbesserte Hautqualität angestrebt [31, 43].

Grundsätzlich ist das Verfahren der Hautzüchtung technisch aufwendig, teuer und mit Verlusten in den transplantierten Arealen behaftet. Langfristig erleben die Patienten durch wiederkehrende Hautaufbrüche weitere Komplikationen mit der Notwendigkeit weiterer Operationen. Derzeit stellt aber der Weg der autologen Epidermiszüchtung den einzigen Weg dabei, bei ausgedehnten und tiefen Verbrennungen eine frühe epidermale Defektdeckung herbeizuführen. Neuere Entwicklungen wie der Einsatz von Keratinozyten in Sprayform lassen verkürzte Kultivierungszeiten zu und lösen möglicherweise das Problem der Instabilität durch verbesserte basale Anheftung [47, 49]. Nach wie vor stellt aber die Entwicklung einer universell einsetzbaren und vollwertigen Transplantathaut noch die größte Herausforderung für die plastisch-chirurgische Grundlagenforschung dar.

Fazit für die Praxis

Die Therapie ausgedehnter Verbrennungen beinhaltet ein anspruchsvolles abgestuftes Gesamtkonzept. Neben der Erkennung von der Primär- und Begleitverletzungen kommt es auf die Beurteilung des Gesamtzustands und des weiteren Verlaufes insbesondere bei der Ab-

tiefung der Verbrennungen an, um eine frühzeitige und qualitativ hochwertige chirurgische Therapie durchführen zu können.

Der Behandlungsplan orientiert sich nicht nur am Gesamtzustand des Patienten, sondern berücksichtigt auch die betroffenen Regionen, die intensivmedizinisch-chirurgische Belastbarkeit sowie die Tiefe und Ausdehnung der Verbrennungen. Die primäre chirurgische Therapie von Verbrennungen, insbesondere bei Ausdehnungen auf >20% Körperoberfläche und spezifischen Lokalisationen ist daher spezialisierten Brandverletztenzentren vorbehalten.

Korrespondierender Autor

Prof. Dr. P. M. Vogt

Klinik und Poliklinik für Plastische, Hand- und Wiederherstellungschirurgie, Zentrum für Schwerbrandverletzte, Medizinische Hochschule Hannover Carl-Neuberg-Straße 1, 30625 Hannover vogt.peter@mh-hannover.de

Interessenkonflikt. Es besteht kein Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor versichert, dass keine Verbindungen mit einer Firma, deren Produkt in dem Artikel genannt ist, oder einer Firma, die ein Konkurrenzprodukt vertreibt, bestehen. Die Präsentation des Themas ist unabhängig und die Darstellung der Inhalte produktneutral.

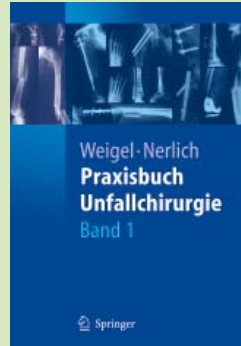
Literatur

1. Abbenhaus JJ, MacMahon RA, Rosenkrantz JG, Patton BC (1965) Collagen sheets as a dressing for large excised areas. *Surg Forum* 16: 477–478
2. Alexander JW, Wheeler LM, Rooney RC et al. (1973) Clinical evaluation of Epigard, a new synthetic substitute for homograft and heterograft skin. *J Trauma* 13(4): 374–383
3. Biemer E, Schmidt-Tintemann U (1974) Hand injury due to heat and simultaneous pressure („ironing machine injury“). *MMW Munch Med Wochenschr* 116(50): 2185–2190
4. Blome-Eberwein S, Jester A, Kuentscher M et al. (2002) Clinical practice of glycerol preserved allograft skin coverage. *Burns* 28 [Suppl 1]: 10–12
5. Burke JF, Bondoc CC, Quinby WC (1974) Primary burn excision and immediate grafting: a method shortening illness. *J Trauma* 14(5): 389–395
6. Campbell DC, Nano T, Pegg SP (1996) Pattern of burn injury in hang-glider pilots. *Burns* 22(4): 328–330
7. Cartotto R, Musgrave MA, Beveridge M et al. (2000) Minimizing blood loss in burn surgery. *J Trauma* 49(6): 1034–1039
8. Cason JS (1981) Some aspects on prevention and treatment of infection in burns. *Prog Pediatr Surg* 14: 3–18
9. Colocho G, Graham WPr, Greene AE et al. (1974) Human amniotic membrane as a physiologic wound dressing. *Arch Surg* 109(3): 370–373
10. Druecke D, Steintraesser L, Homann HH et al. (2002) Current indications for glycerol-preserved allografts in the treatment of burn injuries. *Burns* 28 [Suppl 1]: 26–30
11. Engrav LH, Heimbach DM, Reus JL et al. (1983) Early excision and grafting vs. nonoperative treatment of burns of indeterminate depth: a randomized prospective study. *J Trauma* 23(11): 1001–1004
12. Fratiante RB, Brandt CP (1997) Improved survival of adults with extensive burns. *J Burn Care Rehabil* 18(4): 347–351
13. Gallico GG (1990) Biologic skin substitutes. *Clin Plast Surg* 17(3): 519–526
14. Gallico GG, O'Connor NE (1985) Cultured epithelium as a skin substitute. *Clin Plast Surg* 12(2): 149–157
15. German JC, Wooley TE, Achauer B et al. (1972) Porcine xenograft burn dressings. A critical reappraisal. *Arch Surg* 104(6): 806–808
16. Haynes BWJ (1969) Early excision and grafting in third degree burns. *Ann Surg* 169(5): 736–747
17. Heimbach D, Herndon D, Luterma A et al. (1988) Early excision of thermal burns – an international round-table discussion. Geneva, June 22, 1987. *J Burn Care Rehabil* 9(5): 549–561
18. Heimbach D, Luterma A, Burke J et al. (1988) Artificial dermis for major burns. A multi-center randomized clinical trial. *Ann Surg* 208(3): 313–320
19. Hendren WH, Constable JD, Zawacki BE (1968) Early partial excision of major burns in children. *J Pediatr Surg* 3(4): 445–464
20. Hettich R, Koslowski L (1984) Early treatment of burn wounds. *Langenbecks Arch Chir* 364: 205–211
21. Ivy ME, Possenti PP, Kepros J et al. (1999) Abdominal compartment syndrome in patients with burns. *J Burn Care Rehabil* 20(5): 351–353
22. Janzekovic Z (1970) A new concept in the early excision and immediate grafting of burns. *J Trauma* 10(12): 1103–1108
23. Janzekovic Z (1975) The burn wound from the surgical point of view. *J Trauma* 15(1): 42–62
24. Klein MB, Engrav LH, Holmes JH et al. (2005) Management of facial burns with a collagen/glycosaminoglycan skin substitute-prospective experience with 12 consecutive patients with large, deep facial burns. *Burns* 31(3): 257–261
25. Kreis RW, Mackie DP, Vloemans AW et al. (1993) Widely expanded postage stamp skin grafts using a modified Meek technique in combination with an allograft overlay. *Burns* 19(2): 142–145
26. Kreis RW, Vloemans AF, Hoekstra MJ et al. (1989) The use of non-viable glycerol-preserved cadaver skin combined with widely expanded autografts in the treatment of extensive third-degree burns. *J Trauma* 29(1): 51–54
27. Lam PK, Chan ES (2001) Integra and cultured epithelium. *J Burn Care Rehabil* 22(2): 197–198
28. Lewis RJ, Quinby WCJ (1975) Electrosurgical excision of full-thickness burns. *Arch Surg* 110(2): 191–194
29. Maisels DO, Saad MN (1969) Early surgery in the treatment of burns. *Br J Surg* 56(6): 466–471
30. McHugh TP, Robson MC, Heggers JP et al. (1986) Therapeutic efficacy of Biobrane in partial- and full-thickness thermal injury. *Surgery* 100(4): 661–664
31. McKay I, Woodward B, Wood K et al. (1994) Reconstruction of human skin from glycerol-preserved allografts and cultured keratinocyte sheets. *Burns* 20 [Suppl 1]: 19–22
32. Monafu WW, Aulenbacher CE, Pappalardo C (1972) Early tangential excision of the eschars of major burns. *Arch Surg* 104(4): 503–508
33. Monafu WW, Robinson HN (1977) The treatment of burned children. *Clin Plast Surg* 4(4): 537–546

34. Muehlberger T, Krettek C, Vogt PM (2001) Electric accident. New aspects regarding pathophysiology and treatment. *Unfallchirurg* 104: 1122–1128
35. Muller FE (1984) Facial burns. *Langenbecks Arch Chir* 364: 223–227
36. Muller MJ, Herndon DN (1994) The challenge of burns. *Lancet* 343(8891): 216–220
37. Munster AM (1970) Alterations of the host defense mechanism in burns. *Surg Clin North Am* 50(6): 1217–1225
38. Ohmori K (1978) Application of microvascular free flaps to burn deformities. *World J Surg* 2(2): 193–202
39. Pierer H (1966) Primary excision in burns. *Klin Med Osterr Z Wiss Prakt Med* 21(7): 377–380
40. Rimdeika R, Maslauskas K (2002) Analysis of treatment outcomes after electric injuries (1991–2000). *Medicina (Kaunas)* 38(8): 816–820
41. Rouse RG, Dimick AR (1978) The treatment of electrical injury compared to burn injury: a review of pathophysiology and comparison of patient management protocols. *J Trauma* 18(1): 43–47
42. Saad MN (1970) The problems of traumatic skin loss of the lower limbs, especially when associated with skeletal injury. *Br J Surg* 57(8): 601–615
43. Schiozer WA, Hartinger A, von Donnersmarck GH, Muhlbauer W (1994) Composite grafts of autogenic cultured epidermis and glycerol-preserved allogeneic dermis for definitive coverage of full thickness burn wounds: case reports. *Burns* 20(6): 503–507
44. See P, Phan TT, Chua JJ et al. (2001) Our clinical experience using cryopreserved cadaveric allograft for the management of severe burns. *Cell Tissue Bank* 2(2): 113–117
45. Silverberg B, Banis JC, Verdi GD, Acland RD (1986) Microvascular reconstruction after electrical and deep thermal injury. *J Trauma* 26(2): 128–134
46. Singleton EB (1986) Intentional and unintentional abuse of infants and children. *Curr Probl Diagn Radiol* 15(5): 277–330
47. Stoner ML, Wood F (1999) Cultured epithelial autograft „Take“ confirmed by the presence of Cytokeratin 9. *J Invest Dermatol* 112(3): 391–392
48. Warden GD (1992) Burn shock resuscitation. *World J Surg* 16(1): 16–23
49. Wood F (2003) Clinical Potential of autologous epithelial suspension. *Wounds* 15(1): 16–22
50. Zhang ML, Chang ZD, Wang CY, Fang CH (1988) Microskin grafting in the treatment of extensive burns: a preliminary report. *J Trauma* 28(6): 804–807

Bernhard Weigel, Michael Nerlich Praxisbuch Unfallchirurgie

Heidelberg: Springer-Verlag GmbH 2005, 1600 S., (ISBN 3-540-41115-1), 299.00 EUR



Das Praxisbuch Unfallchirurgie von Bernhard Weigel und Michael Nerlich reiht sich als neues Standardwerk auf dem deutschen Markt ein! Auf rund 1600

Seiten handeln

die 33 hauptsächlich aus dem süddeutschen Raum stammenden Autoren die allgemeine Traumatologie in zwei Bänden ab. Dabei liegt der Schwerpunkt eindeutig in der operativen Medizin des muskuloskeletalen Systems. Die Schnittpunkte zu den Randfächern kommen jedoch nicht zu kurz.

Kraniokaudal wird die Topographie der Verletzungen im ersten Band abgehandelt. Es findet sich eine einheitliche wiederkehrende Einteilung der Abschnitte, die eine zügige Orientierung auch im klinischen Alltag erleichtert. Schnell greifbare Übersichten sind in blauen Kästen einheitlich strukturiert. Blaue Markierungen ziehen sich als besondere Hinweise durch das ganze Buch. Jedes Kapitel beginnt mit der Rekapitulation des wichtigsten Basiswissens inklusive anatomischen Besonderheiten bevor die diagnostischen und operativen Schritten der einzelnen Gebiete mit hilfreichen Randbemerkungen beleuchtet werden. Dabei kommen Nachbehandlung und Prognose nicht zu kurz. Systematisch wird Bezug zu den wichtigsten Originalia hergestellt, was einen vertiefenden Einstieg für den wissenschaftlich Interessierten erlaubt. Korrekturverfahren insbesondere an der unteren Extremität werden als wertvolle Zusatzinformation für den in der rekonstruktiven Chirurgie Interessierten im Gegensatz zu anderen Standardwerken mit abgehandelt.

Im zweiten Teil folgen unter anderem die Besonderheiten des kindlichen Traumas, Komplikationen, Standardzugänge, sowie Untersuchungstechniken und die Begutachtung.

Abgerundet wird dies durch eine spannende Zusatzlektüre zum Management in der Klinik, das in der Ausbildung definitiv zu kurz kommt. Das Kapitel Weichteilverletzungen und –infektionen kann seine Verwandtschaft zum Tscherne Band nicht verstecken. Hier werden die chirurgischen Basistechniken illustriert abgehandelt. Mehrfachverletzte und Intensivmedizin werden in einer komprimierten Übersicht erläutert. Etwas befremdlich auf den ersten Blick erscheinen die nach hinten verdrängten Standardzugänge und Untersuchungstechniken. Bei genauem Hinschauen dienen diese als schnell greifbares Nachschlagwerk und wollen die speziellen Lehrbücher und Atlanten nicht ersetzen. Die „comprehensive classification of fractures“ von M. E. Müller rundet das Lehrbuch sinnvoll ab.

Im Zeitalter der elektronischen Kodierung erscheinen die rund 200 abschließenden Seiten zur ICPM und ICD Kodierung aber überflüssig. Trotzdem wird das Lehrbuch aus dem Kreis der wichtigen Nachschlagewerke in Klinik und Praxis nicht mehr wegzudenken sein. Das Buch besticht durch seine übersichtliche und umfassende Darstellung der wesentlichen Schwerpunkte der Unfallchirurgie. Auch wenn nur die notwendigsten Darstellungen farblich aufwendiger gestaltet sind, was die Herstellungskosten niedrig halten mag, reiht sich das Buch im oberen Preissegment ein. Insgesamt liegt hier jedoch eines der besten deutschsprachigen Lehrbücher für unfallchirurgische Assistenzärzte vor.

C. Krettek/C. Haasper (Hannover)