

» Strategie der Defektdeckung bei ausgedehnten Ablederungs- und Quetschverletzungen von vier Fingern

Zusammenfassung

Ausgedehnte Ablederungs- und Quetschverletzungen von mehreren Fingern erfordern spezielle Behandlungsstrategien, da ein kompletter Verlust von Weichteilen, Nerven und Gefäßen vorliegt und lediglich Knochen und Sehnen teilweise erhalten sind. Eine primäre Rekonstruktion oder Replantation der Weichteile ist wegen der Verletzungsart meist nicht möglich. Knochenkürzungen sollten vermieden und die größtmögliche Fingerlänge durch primäre Weichteildeckung erhalten werden. In der Sekundärphase werden Sensibilität und mechanische Belastbarkeit wiederhergestellt. An unserer Klinik wurden bisher sieben Patienten mit diesen Verletzungen behandelt. Drei Patienten, bei denen alle vier Finger betroffen waren, werden beschrieben. In allen Fällen erfolgte primär eine Deckung durch eine gestielte Lappenplastik. Sekundär wurden die Hautareale der ersten Zwischenzehenfalte von beiden Füßen als neurovaskulärer Lappen transplantiert. In allen Fällen konnte eine Handfunktion mit Grob- und Spitzgriff, Sensibilität und mechanischer Belastbarkeit der Finger hergestellt werden. Die funktionellen Ergebnisse werden detailliert dargestellt sowie Vor- und Nachteile verschiedener Verfahren diskutiert.

Schlüsselwörter: Handverletzung – Quetschverletzung – Hautlappen – neurovaskulärer Lappen

Summary

Strategies for Management of Severe Crush-Avulsion Injuries of Four Fingers

Severe crush injuries with avulsion require specific treatment strategies. Usually we find complete loss of soft tissue, nerves and vessels, where only tendons and parts of the phalanges are preserved. Primary reconstructive procedures are usually not possible due to the complexity of the injury with severely destroyed structures. Bone shortening should be avoided in order to maintain finger length and motion. Therefore, emergency soft-tissue coverage represents the first step. Later, sensibility and mechanical stability of the skin should be restored. In our clinic, seven patients with this injury pattern were treated. Three cases involved four finger crush-avulsion injuries. In all

Ch. Weinand¹, K.-J. Prommersberger¹, P. Hahn¹, R. E. Giunta², H. Krimmer¹

¹ Klinik für Handchirurgie, Abteilung I (Chefarzt: Prof. Dr. U. Lanz), Rhön-Klinikum, Bad Neustadt/Saale

² Behandlungszentrum Vogtareuth, Abteilung für Plastische Chirurgie (Chefarzt: Prof. Dr. A.-M. Feller), Vogtareuth

cases, we performed a primary soft-tissue coverage with a pedicled flap. In a second session, the skin areas of the first web space of both feet were transplanted as neurovascular flaps. With this strategy, a useful hand function could be restored. The functional results are described and advantages and disadvantages of various techniques discussed.

Key words: Hand injuries – avulsion – crush injury – pedicled flap – neurovascular flap

Einleitung

Schwere Ablederungs- und Quetschverletzungen können allen funktionellen Einheiten der Hand zum Verlust der mechanischen Belastbarkeit und der Sensibilität führen. Dabei kann die Verletzung den Daumen betreffen, die Finger, die Mittelhand, das Handgelenk oder den Unterarm. Davon abhängig entscheiden sich die Rekonstruktionsziele und das therapeutische Vorgehen. Bei radialeseitigen Quetschverletzungen besteht das Hauptziel in der Funktionserhaltung oder späteren Wiederherstellung der Daumenfunktion (Chow und Mitarb. 1988³). Sind alle vier Finger betroffen und ist der Daumen unverletzt, ist ein besonderes Vorgehen erforderlich. Bei dieser Verletzungsart sind Knochen und Sehnenapparat vollständig oder zumindest teilweise erhalten, Haut und Unterhaut mit Nerven und Gefäßen meist jedoch vollständig zerstört. Erstes Behandlungsziel bei derartigen Verletzungen ist eine frühzeitige Weichteildeckung zur Erhaltung des Skeletts und der Sehnen. In einer zweiten Sitzung werden die Greifzonen durch Deckung mit neurovaskulären Lappen aus den Hautarealen der ersten Zwischenzehenfalte rekonstruiert. Neben der Wiederherstellung der Zwischenfingerfalten erzielt man hierdurch eine mechanische Belastbarkeit und Sensibilität der Finger, und es resultiert eine nützliche Handfunktion mit Grobkraft und Feingefühl. Im Folgenden werden die Behandlungsstrategie und die funktionellen Endergebnisse bei drei Patienten mit Vier-Finger-Ablederungs-Quetschverletzungen dargestellt.

Eingang des Manuskriptes: 2. 5. 2000 · Angenommen: 24. 8. 2000

Handchir Mikrochir Plast Chir 2000; 32: 424–429
© Georg Thieme Verlag Stuttgart · New York
ISSN 0722-1819

Herrn Prof. Dr. med. Ulrich Lanz zum 60. Geburtstag gewidmet.



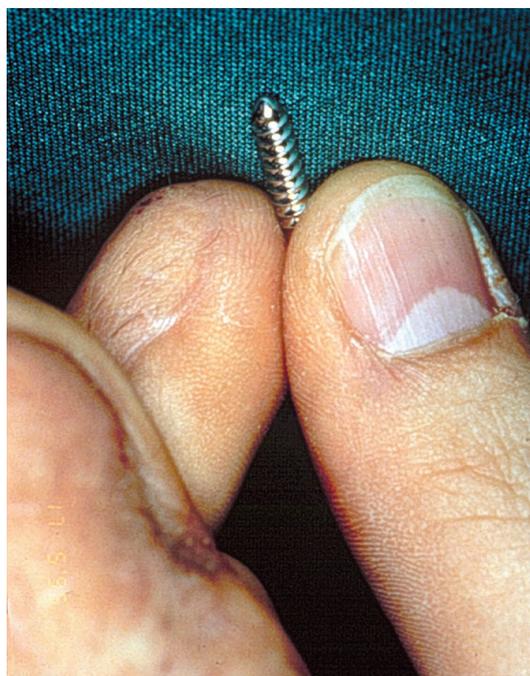
a



d



b



e



c

Abb. 1 a bis e Die nach einem zweiten Débridement freiliegenden Knochen und Sehnen (a) wurden mit einem Bauchhautlappen gedeckt (b). Präparation des neurovasculären Lappens am Fuß (c). Endresultat mit getrennten Fingerstrahlen bei erhaltenen knöchernen Strukturen bis zum Mittelgelenk (d). Greifen von feinen Gegenständen mit Spitzgriff möglich (e).

Kasuistik

Fall 1

Ein 21-jähriger Mann wurde am dritten Tage nach einem direkten Quetschtrauma der rechten Hand durch eine 60-Tonnen-Presse zu uns verlegt. Die Erstbehandlung im auswärtigen Krankenhaus hatte im Débridement der Nekrosen und Amputation der Endglieder von Mittel- und Ringfinger bestanden. Bei der Aufnahme fand sich ein Kompartmentsyndrom der Hand und am Unterarm. Die Finger waren bis in Höhe der Mittelphalangen amputiert. Es wurden der Karpalkanal und die Loge de Guyon eröffnet und eine Faszienpaltung am Unterarm beugeseitig vorgenommen. In allen Kompartimenten zeigten sich Hämatome und Kontusionszeichen. Im weiteren Verlauf demarkierten sich die Weichteile an Zeige-, Mittel-, Ring- und Kleinfinger. Dadurch wurde am sechsten Tag ein zweites Débridement bis in Höhe der Grundgelenke notwendig (Abb. 1a). Zum Erhalt der Fingerlänge wurde eine Deckung mit einem gestielten Bauchhautlappen durchgeführt (Abb. 1b). Nach insgesamt vier Monaten wurden die artefiziellen Syndaktylien zwischen Zeige-, Mittel-, Ring- und Kleinfinger mit Spalthautdeckung getrennt. Wegen Sequesterbildungen der Mittelphalangen am Klein- und Mittelfinger war die Auflösung der Syndaktylie mit gleichzeitiger Rekonstruktion durch neurovaskuläre Lappenplastik nicht in einer Sitzung möglich.

Zehn Monate nach der Verletzung wurde zunächst die Haut der ersten Zwischenzehenfalte vom rechten Fuß als neurovaskulärer Lappen zwischen dem zweiten und dritten Strahl transplantiert. Der arterielle Anschluss erfolgte End-zu-End an den Hohlhandbogen; beide plantaren Nerven wurden auf den gemeinsamen Ast II/III des N. medianus koaptiert. Weitere drei Monate später erfolgte die Rekonstruktion zwischen viertem und fünftem Strahl mit dem Spenderareal vom linken Fuß (Abb. 1c).

Als Endresultat nach 44 Monaten zeigte der Patient vier verkürzte Fingerstrahlen mit freier Bewegung der Grundgelenke (Abb. 1d). Bei ungestörter Opposition konnten Grobgriff und Spitzgriff mit allen Fingerstrahlen problemlos durchgeführt werden (Abb. 1e). Der Patient erreichte eine Grobkraft von 40 Prozent und eine Spitzgriffkraft von 80 Prozent im Vergleich zur Gegenseite. Die Zwei-Punkte-Diskriminierung betrug 8 mm statisch und 6 mm dynamisch für den Ringfinger, für den Kleinfinger 12 mm statisch und 6 mm dynamisch. Am Zeige- und Mittelfinger wurden 14 mm beziehungsweise 10 mm erreicht. Der Patient berichtete noch über Kälteintoleranz am linken Fuß an der Großzehe, die mit Spalthaut gedeckt ist. Am Ende der Behandlung konnte der Patient beruflich als technischer Zeichner reintegriert werden.

Fall 2

43-jähriger Druckereiarbeiter mit Druckwalzenverletzung der rechten Hand und vollständiger Zerstörung der Haut, Nerven und Gefäße aller vier Finger distal der Grundgelenke. Die Knochen waren bis zur Mittelphalanx intakt, auch die Beuge- und Strecksehnen waren unverletzt. Der Daumen war nicht betroffen (Abb. 2a).

Bei exakt primär abgegrenzter Situation mit Amputation der Endglieder und scharfer Abtrennung der Weichteile in Höhe der Grundgelenke erfolgte am gleichen Tag eine Weichteildeckung mit einem gestielten Bauchhautlappen, der nach drei Wochen abgetrennt wurde. Sechs Monate nach der Verletzung wurden in einer Sitzung die artefiziellen Syndaktylien getrennt und neurovaskuläre Lappen aus dem Areal der ersten Zwischenzehenfalte beider Füße mit Gefäß- und Nervenanschluss transplantiert (Abb. 2b). Die Transplantation wurde zwischen dem zweiten und dritten sowie dem vierten und fünften Strahl unter Berücksichtigung der Greifzonen eingesetzt. Später wurden die dorsalen Teile des ehemaligen Bauchhautlappens ausgedünnt.

Bei einer Nachuntersuchung nach neun Jahren erreichte der Patient 40 Prozent der Grobkraft und 68 Prozent der Spitzgriffkraft der unverletzten Seite; beide Griffe gelangen ohne Schwierigkeiten (Abb. 2c und d). Die Mittelgelenkbeweglichkeit betrug im Mittel 0–0–60 Grad. Die Zwei-Punkte-Diskriminierung betrug 6 bis 8 mm und war somit nur gering vermindert. Elf Monate postoperativ konnte der Patient wieder seinen Beruf ausüben; er schreibt nun wieder mit der rechten Hand und gibt keine Probleme an den Spenderarealen beider Füße an (Abb. 2e).

Fall 3

24-jähriger Elektromonteur mit Ablederungs-Quetschverletzung der linken Hand durch eine Walze. Die Weichteile an Zeige-, Mittel- und Ringfinger waren ausgehülst. Die Endglieder aller Finger waren vollständig zerstört. Der Daumen war nicht betroffen (Abb. 3a). In der Akutsituation wurde am Kleinfinger eine Stumpfversorgung in Höhe der Mittelphalanx durchgeführt. Die Weichteile von Zeige-, Mittel- und Ringfinger, die eine Basisdurchblutung aufwiesen, wurden zur Deckung der Grund- und Mittelphalangen locker angenäht. Mikrovaskuläre Maßnahmen erschienen wegen der langstreckigen Schädigung der Gefäß-Nervenbündel bis zur Endstrombahn nicht sinnvoll. Wegen eines drohenden Kompartmentsyndroms erfolgten in gleicher Sitzung die dorsale Kompartmentspaltung an der Hand und die Eröffnung des Karpalkanals.

Eine Woche später wurden wegen Nekrosen bis zur Grundgliedbeugefurche die Defekte von Zeige-, Mittel- und Ringfingerstumpf mit einem gestielten Leistenlappen gedeckt (Abb. 3b). Die Syndaktylie zwischen Zeige- und Mittelfinger wurde nach vier Monaten getrennt und ein neurovaskulärer Lappen aus dem Areal der ersten Zwischenzehenfalte vom linken Fuß transplantiert. Der arterielle Anschluss erfolgte am Hohlhandbogen, der venöse Anschluss am Handrücken, und die beiden plantaren Nerven wurden an den gemeinsamen Ast des N. medianus zum Zeige- und Mittelfinger koaptiert. Nach weiteren vier Monaten transplantierten wir einen neurovaskulären Lappen vom rechten Fuß nach den gleichen Prinzipien zwischen Mittel- und Ringfinger, da in diesem Fall der Kleinfinger eine gute Weichteildeckung aufwies (Abb. 3c).

20 Monate postoperativ weist der Patient eine Zwei-Punkte-Diskriminierung von 6 mm statisch und dynamisch auf, die Spitz-Stumpf-Diskriminierung gelingt mühelos. Die grobe Griffkraft ist zwar auf 30 Prozent der gesunden Seite reduziert; der Patient kann jedoch Schlüssel- und Spitzgriff durchführen (Abb. 3d) und Feinarbeiten mit der rekonstruierten Hand be-



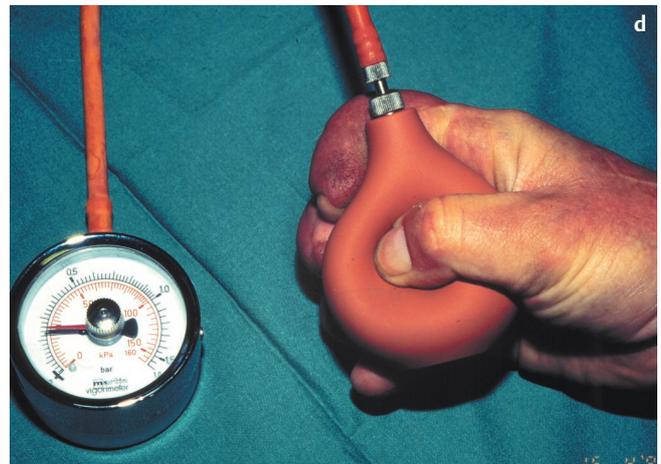
a



c



b



d



e

Abb. 2 a bis e Primär skelettierte Finger durch Druckwalze (a). Ergebnis nach Bauchhautlappendeckung und sekundärer Transplantation von zwei neurovaskulären Lappen aus dem Areal der ersten Zwischen-

zehenfalte von beiden Füßen auf die Greifzonen zwischen II/III und IV/V (b). Der Spitzgriff erfolgt zu sensibel innervierter Haut (c). Die grobe Kraft beträgt 40% zur Gegenseite (d). Hebedefekt am Fuß (e).

werkstelligen. Der Patient hat seine Arbeit im Montagebau wieder aufgenommen.

Diskussion

Ablederungs-Quetschverletzungen mit Verlust sämtlicher Weichteile an mehreren Fingern erfordern ein stufenweises

Vorgehen, da eine einzeitige Rekonstruktion wegen der Komplexität der Verletzung nicht möglich ist. Das Behandlungsziel besteht in der Wiederherstellung einer befriedigenden Funktion der verletzten Hand mit größtmöglicher Fingerlänge, Beweglichkeit und Sensibilität. Hierfür sind eine gute Weichteildeckung und Zwischenfingerfalten ohne narbige Kontraktionen unabdingbar. Das Vorgehen sollte in eine primäre Phase mit



Abb. 3 a bis d Komplexe Ablederungs-Quetschverletzung mit ausgehnter Weichteil- und Knochenzerstörung nach Walzentrauma (a). Defektdeckung an Zeige-, Mittel- und Ringfinger durch Leistenlappen

und Stumpfversorgung am Kleinfinger (b). Ergebnis nach neurovaskulärer Lappen-Transplantation zwischen II/III und III/IV (c). Der Schlüsselgriff gelingt problemlos (d).

dem Ziel des Erhaltes der vorhandenen Strukturen durch Weichteildeckung und in eine sekundäre Phase mit dem Ziel der funktionellen Rekonstruktion eingeteilt werden (Psheninov und Mitarb. 1994¹¹). Eine Amputation der verbliebenen Knochen und Sehnenanteile mit direktem Wundverschluss mit dem Ziel einer späteren Rekonstruktion durch Zehentransplantation halten wir nicht für gerechtfertigt. Einerseits würde man hierbei intakte Strukturen opfern, andererseits wäre man nur unter maximalem Aufwand mit ausgedehntem Hebedefekt am Fuß in der Lage, vier Strahlen zu rekonstruieren.

Erstes Ziel stellt die verzögerte Weichteildeckung nach eindeutiger Demarkation dar. Kann das Ausmaß des Defektes nach einer Avulsion mit kompletter Zerstörung der Weichteile bereits am Anfang eingeschätzt werden, ist eine primäre De-

ckung angezeigt (Fall 2). Vor der Verwendung eines gestielten Radialislappens ist zu warnen, da er nicht die Anforderungen an ausreichend sensible Weichteile erfüllt und zusätzlich auch bei einer Rekonstruktion der Arterie durch ein Veneninterponat spätere mikrovaskuläre Eingriffe erschwert oder gar unmöglich macht.

Reine Faszienlappen mit mikrovaskulärem Anschluss wie der A. thoracodorsalis- oder A. temporalis superficialis-Lappen (Upton und Mitarb. 1986¹⁴) bieten zwar den Vorteil einer besseren Konturierung an die Fingerstrahlen, sind aber bei Befall von vier Fingern in der Größe limitiert. Gleiches gilt für den lateralen Oberarm-lappen. Der Skapula- oder kombinierte Skapula-Paraskapularlappen (Germann und Mitarb. 1999⁷) ist für eine Deckung an den Fingern zu voluminös. Zusätzlich ist zu

berücksichtigen, dass das Risiko für einen freien Lappen bei ausgedehnten Quetschverletzungen, die häufig den Unterarm mitbetreffen, durch den gestörten arteriellen Einstrom deutlich erhöht ist. Die Verwendung eines gestielten Lappens hat den Vorteil, dass später notwendige mikrovaskuläre Rekonstruktionen nicht behindert werden. Nach radikalem Wunddebridement der Nekrosen, Stabilisierung des Skeletts und Hautdeckung ist bei Auftreten eines Kompartmentsyndroms eine Fasziotomie der Hand und des Unterarms (Buck-Gramcko 1972¹, Wolfort und Mitarb. 1973¹⁵, Faibisoff und Daniel 1981⁵, Naidu und Heppenstall 1994¹⁰) indiziert, um einem weiteren Gewebsverlust und späteren Kontrakturen vorzubeugen (Lanz und Felderhoff 2000⁸). Zur Deckung sind gestielte Lappen wie der Leistenlappen, der Bauchhautlappen oder ein submammärer Lappen geeignet. Ihr Vorteil liegt in der guten Wunddeckung, auch wenn große Defekte vorliegen. Es sind relativ sicher und einfach durchführbare Operationen, bei denen nur ein geringes Risiko besteht, den Lappen zu verlieren. Der Nachteil besteht in der Notwendigkeit, weitere Operationen zur Syndaktylietrennung durchführen zu müssen, die allerdings später mit der funktionellen Rekonstruktion kombiniert werden können.

Das Ziel der sekundären Rekonstruktion besteht in der Wiederherstellung der Sensibilität und mechanischen Belastbarkeit der verbliebenen Fingerstrahlen.

Zur Zeit besteht die beste Rekonstruktionsmöglichkeit mit mikrochirurgisch anschließbaren neurovaskulären Lappen vom Fuß des Patienten (May und Mitarb. 1977⁹, Strauch und Tsur 1978¹³, Foucher und Mitarb. 1980⁶, Rose und Buncke 1981¹², Deglise und Botta 1991⁴). Hier sind der Pulpalappen von der Großzehe und der zweiten Zehe mit dem Areal der ersten Zwischenzehenfalte besonders geeignet (Buncke und Rose 1979²). Die Ergebnisse zeigen, dass eine akzeptable Sensibilität mit Zwei-Punkte-Diskriminierung erreicht werden kann, die den Patienten in die Lage versetzt, auch feine Gegenstände zu erkennen und differenziert zu greifen.

Immer sollte eine Deckung zwischen dem zweiten und dritten Strahl mit Platzierung des Lappens an den Greifflächen vorgenommen werden. Sind alle vier Strahlen gleichermaßen betroffen, empfiehlt es sich, den zweiten Lappen auf den vierten und fünften Strahl zu transplantieren (Fall 1 und 2). Ist dagegen der fünfte Strahl noch relativ gut erhalten, kann auch die Transplantation in der Zwischenfingerfalte III/IV erfolgen (Fall 3). Die alleinige Deckung der Zwischenfingerfalte II/III unter der Vorstellung, dass damit ein ausreichend sensibler Spitzgriff möglich ist, halten wir nicht für richtig, da die Beteiligung des vierten und fünften Strahles beim Greifen wegen der oftmals unzureichenden Weichteildeckung mit ständigen Hauteinrissen erschwert ist, worunter die gesamte Handfunktion erheblich leidet. Diese Rekonstruktion kann in einer Sitzung (Fall 2) vorgenommen werden. Allerdings würden wir aufgrund der gemachten Erfahrungen die Transplantation nacheinander (Fall 2 und 3) bevorzugen, da hierbei die Einpassung erleichtert und das Risiko für einen Lappenverlust besser kalkulierbar ist. Der arterielle Anschluss sollte möglichst End-zu-Seit an einer der beiden Hauptarterien erfolgen. Der venöse Anschluss sowie die Naht der beiden plantaren Nerven an Äste des N. medianus oder N. ulnaris in der Hohlhand bereiten in der Regel keine Schwierigkeiten.

Literatur

- ¹ Buck-Gramcko D: Das Quetschtrauma der Hand. *Langenbecks Arch Chir* 1972; 332: 465–468
- ² Buncke HJ, Rose EH: Free toe-to-fingertip neurovascular flaps. *Plast Reconstr Surg* 1979; 63: 607–612
- ³ Chow SP, So YC, Pun WK, Luk KDK, Leong JCY: Thenar crush injuries. *J Bone Joint Surg [Br]* 1988; 70: 135–139
- ⁴ Deglise B, Botta Y: Microsurgical free toe to pulp transfer for digital reconstruction. *Ann Plast Surg* 1991; 26: 341–346
- ⁵ Faibisoff B, Daniel RK: Management of severe forearm injuries. *Surg Clin North Am* 1981; 61: 287–301
- ⁶ Foucher G, Merle M, Meneaud M, Michon J: Microsurgical free partial toe transfer in hand reconstruction: A case report of twelve cases. *Plast Reconstr Surg* 1980; 65: 616–627
- ⁷ Germann G, Bickert B, Steinau HU, Wagner H, Sauerbier M: Versatility and reliability of combined flaps of the subscapular system. *Plast Reconstr Surg* 1999; 103: 1386–1399
- ⁸ Lanz U, Felderhoff J: Ischämische Kontrakturen an der Hand. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2000; 32: 6–25
- ⁹ May JW, Chait LA, Cohen BE, O'Brien B McC: Free neurovascular flap from the first web of the foot in hand reconstruction. *J Hand Surg* 1977; 2: 387–393
- ¹⁰ Naidu SH, Heppenstall RB: Compartment syndrome of the forearm and hand. *Hand Clin* 1994; 10: 13–27
- ¹¹ Pshenisnov K, Minachenko V, Sidorov V, Hitrov A: The use of island and free flaps in crush avulsion and degloving hand injuries. *J Hand Surg [Am]* 1994; 19: 1032–1037
- ¹² Rose EH, Buncke HJ: Free transfer of a large sensory flap from the first web space and dorsum of the foot including the second toe for reconstruction of a mutilated hand. *J Hand Surg* 1981; 6: 196–201
- ¹³ Strauch B, Tsur H: Restoration of the sensation to the hand by a free neurovascular flap from the first web space of the foot. *Plast Reconstr Surg* 1978; 62: 361–367
- ¹⁴ Upton J, Rogers C, Durham-Smith G, Swartz WM: Clinical application of free temporoparietal flaps in hand reconstruction. *J Hand Surg [Am]* 1986; 11: 475–483
- ¹⁵ Wolfort FG, Cochran TC, Filtzer H: Immediate interosseal decompression following crush injury of the hand. *Arch Surg* 1973; 106: 826–828

Priv.-Doz. Dr. med. Hermann Krimmer

Klinik für Handchirurgie
Abteilung I
Rhön-Klinikum
Salzburger Leite 1
97616 Bad Neustadt/Saale

E-mail: ad@handchirurgie.de