Replantationen

Vor 50 Jahren, am 27.07.1965, wurde die erste erfolgreiche Daumenreplantation in Japan durchgeführt [1]. Bei dieser Operation gelang der Erhalt des Daumens, wenngleich damals keine Sehnen und Nerven genäht wurden. Heute ist die Fingerreplantation ein standardisierter Eingriff, der in entsprechenden Einrichtungen regelmäßig durchgeführt wird und Erfolgsraten von ca. 80 % erzielt. Hierbei wird die Zahl der versuchten im Verhältnis zu erfolgreichen Replantationen angegeben [2]. In Deutschland existieren heute etablierte Replantationszentren für Finger- und Handverletzungen [3]. Pro Jahr werden in Deutschland ca. 5000 Amputationsverletzungen versorgt. In einer aktuellen Studie aus Schweden konnte gezeigt werden, dass in knapp einem Drittel der Fälle die Langfinger betroffen sind, in einem Viertel der Daumen verletzt wird und statistisch in jedem 10. Fall eine Majoramputation vorkommt. In der überwiegenden Zahl der Fälle verunglücken Männer (83 %), und das durchschnittliche Patientenalter beträgt 39 Jahre, wobei Amputationsverletzungen in allen Lebensaltern vorkommen [4].

Replantation und Revaskularisierung

Zu unterscheiden sind zunächst Replantation von Revaskularisierungen. Von einer Replantation spricht man, wenn das amputierte Körperteil jegliche Verbindung zum Körper verloren hat. Bestehen noch Verbindungen des avaskulären Körperteils z. B. durch verbliebene Sehnen oder Hautbrücken und wird die Perfusion durch mikrochirurgische Gefäßanastomosen zusätzlich zur Versorgung der verletzten Strukturen wiederhergestellt, handelt es sich um eine Revaskularisierung. Eine Sonderform stellt die Technik des „composite graft“ dar. Hier-

bei wird ein gänzlich amputiertes Gewebestück (normalerweise eine Fingerkuppe) ohne mikrochirurgische Anastomose wieder zurückgenäht, sodass die Weichteile direkt adaptiert werden [5]. Ein Replantationserfolg liegt dann vor, wenn das Amputat wieder perfundiert ist, die verletzten Strukturen versorgt sind und der Patient der Rehabilitation zugeführt werden kann. Replantationen nehmen eine zentrale Rolle in der handchirurgischen Akutversorgung ein, was sich auch darin äußert, dass mikrochirurgische Techniken zur Durchführung einer Replantation in der Weiterbildungsordnung zum Handchirurgen ausdrücklich gefordert werden [6].

Indikationen

Die Indikationen zu einer Replantation sind vielfältig, und es bedarf stets einer ausführlichen, individuellen Analyse der Situation. Unterschieden werden absolute und relative Replantationsindikationen [7]. Amputationsverletzungen des Daumens stellen immer eine Replantationsindikation dar, da der Daumen als funktionelles Gegenlager bei allen Greifformen unabdingbar ist. Ebenso sollten Amputationen bei Kindern, Mehrfingeramputationen, Amputationen auf Mittelhandhöhe und proximal davon immer einer Replantation zugeführt werden. Relative Replantationsindikationen bestehen bei einzelnen betroffenen Fingern ohne weitere Verletzungen der betroffenen Hand („single digit amputation“) bzw. Fingerkuppenamputationen. Allerdings weisen gerade Letztgenannte im Erfolgsfall exzellente ästhetische und funktionelle Ergebnisse auf.

Eine Replantationsindikation besteht nicht, wenn vital gefährdende Zusatzverletzungen vorliegen, das Amputat durch unsachgemäße Behandlung bzw. traumatisch bedingt (Mehretagenverletzungen)

zerstört ist oder sich der Patient eindeutig und nachvollziehbar gegen eine Amputation entscheidet und die entsprechende Replantationseinwilligung verweigert. Für einfache Fingerkuppenamputationen ohne freiliegenden Endgliedknochen ist weiterhin der Folienverband zur Förderung der Wundgranulation eine suffiziente und sichere Versorgung. Bei Mehrfingeramputationen kann auch die heterotope Replantation, d. h. beispielsweise die Replantation des Zeigefingers auf den Mittelfingerstumpf, notwendig und sinnvoll sein, wenn der Zeigefingerstumpf und das Mittelfingeramputat schwer destruiert sind.

Voraussetzungen für den Replantationserfolg

Der Replantationserfolg wird durch verschiedene Faktoren wesentlich beeinflusst, auf die im Folgenden näher eingegangen wird.

Unfallmechanismus

Der Unfallmechanismus selbst ist von entscheidender Bedeutung. Glatte, scharfkantige Amputationen sind besser zu versorgen als z. B. reißende Kreissägenverletzungen durch unscharfe Sägeblätter. Am schlechtesten sind die Erfolgsaussichten bei Riss-, Quetsch- oder gar Avulsionsverletzungen, da hier ein erheblicher Weichteilschaden des Amputats und oft auch des Stumpfs selbst besteht [8].

Asservierung und Transport des Amputats

Das Amputat sollte am Unfallort geborgen, trocken in mehrere Kompressen eingewickelt und wasserdicht in einer Plastiktüte verschlossen werden. Diese sollte dann in eine zweite Tüte, die mit Was-

Abb. 1 ▲ a Klinischer Befund bei Quetschamputation durch einen schweren Stein bei einem 5-jährigen Jungen. b Das Ringfingeramputat war zu stark geschädigt, sodass lediglich das Kleinfingeramputat replantiert wurde

Abb. 2 ▲ a, b Röntgenologischer Ausgangsbefund der Quetschamputation. Gleicher Patient wie Abb. 1

Abb. 3 ▲ a, b Klinisch-funktionelles Ergebnis nach Replantation des Kleinfingerendglieds 1 Jahr nach Unfall. Gleicher Patient wie Abb. 1

ser und einigen Eiswürfeln gefüllt ist, gelegt werden. Ein direkter Kontakt mit den Eiswürfeln ist unbedingt zu vermeiden, da sog. Eisbrücken zu erheblichen Kälteschäden des Amputats führen und die Replantation deutlich erschweren bis unmöglich machen können.

Avaskuläres Zeitintervall

Grundsätzlich gilt, dass das Intervall zwischen Trauma und Replantation so kurz wie möglich zu halten ist [9]. Die Zeit ohne suffiziente Perfusion wird als Ischämiezeit bezeichnet; sie endet dementsprechend erst mit der sicheren Reperfusion

nach arterieller Anastomose. Die tolerable Ischämiezeit eines Fingers ist aufgrund des fehlenden Muskelgewebes erheblich länger als bei Makroamputaten. So können Finger bei korrekter Kühlung auf 4°C auch nach 24 h noch erfolgreich replantiert werden. Um die Ischämiezeit zu verkürzen, wird das Amputat bereits während der anästhesiologischen Vorbereitung des Patienten parallel unter Lupenbrillenvergrößerung aufpräpariert und zur Replantation vorbereitet.

Alter des Patienten

Bei Kindern und jungen Erwachsenen bis zum 25. Lebensjahr sind die Erfolgsraten deutlich besser als in allen folgenden Lebensaltern. Infolgedessen besteht bei jungen Patienten grundsätzlich die Indikation zum Replantationsversuch [10]. Gerade bei Kleinkindern lassen sich hier funktionelle und ästhetische Erfolge erzielen, die in späteren Lebensdekaden unerreichtbar sind (■ Abb. 1, 2 und 3).

Höhe der Amputation

Die Höhe der Amputation hat großen Einfluss auf das funktionelle Endergebnis nach einer Replantation. Eine etablierte Zoneneinteilung der Amputationshöhen ist die nach Tamai et al. [11]. Amputationsverletzungen auf Grundgliedhöhe (Zone 4) sind mikrochirurgisch oft gut zu versorgen, da die Nerven und Gefäße einen komfortablen Durchmesser haben. Allerdings kreuzen auf dieser Höhe die Beugesehnen, sodass es häufig zu Verklebungen kommt und die Beweglichkeit v. a. im proximalen Interphalangeal-(PIP-)Gelenk oft eingeschränkt bleibt. Distal des Nagelwalls (Zone 1) hingegen lässt sich eine mikrochirurgische Anastomose kaum noch durchführen, daher ist in diesem Bereich die konservative Therapie mit Okklusivverband eher Erfolg versprechend. Funktionell gute Ergebnisse sind bei Replantationen auf Mittelgliedhöhe (Zone 3) zu erwarten. Sofern sich die Verletzungsstelle distal des Ansatzes der oberflächlichen Beugesehne befindet, kann hier die Beweglichkeit im PIP-Gelenk gut erhalten bleiben, was von wesentlicher Bedeutung für die Einsetzbarkeit der Finger ist.

Operative Technik

Die operative Technik ist für den Replantationserfolg entscheidend [12, 13]. Die Replantation erfolgt üblicherweise in festgelegten Schritten. Zur Aufpräparation des Amputats und Stumpfs hat sich die Schnitterweiterung beidseitig über den Gefäßnervenbündeln mit Markierung der Nerven nach proximal und distal bewährt.

Zunächst erfolgt eine stabile, rotationskorrekte Osteosynthese, üblicherweise durch eine Kombination von Kirschner-Drähten und intraossären Drahtnähten [14]. Auf eine gewisse Verkürzung der knöchernen Anteile sollte geachtet werden, um einen sicheren Weichteilverschluss am Ende der Operation sicherstellen zu können. Nur eine suffiziente knöcherne Versorgung ermöglicht die dringend notwendige und komplexe physiotherapeutische Nachbehandlung. Anschließend werden die Beugesehnen versorgt. Erst jetzt erfolgt die arterielle Anastomose mindestens einer, besser beider Fingerarterien, was die Ischämiephase beendet. Im Anschluss werden die Fingernerven epineural koaptiert und dann die Weichteile der Beugeseite verschlossen. Nun erfolgt die Naht der Strecksehne und die Anastomosierung mindestens einer, besser zweier dorsaler Venen. Anschließend werden die streckseitigen Weichteile verschlossen. Hier ist unbedingt auf einen spannungsfreien Wundverschluss zu achten, da sonst ggf. der venöse Abstrom direkt kompromittiert wird. Entsprechend großzügig werden hier auch Hauttransplantate zum Defektverschluss verwendet. Ebenso sollte die Indikation für den Einsatz von Venen- und Nerveninterponaten (jeweils vom Unterarm) großzügig gestellt werden.

Postoperative Rehabilitationsmaßnahmen

Die postoperative intensive physio- und ergotherapeutische Behandlung sind absolut essenziell für eine gute Funktionalität des Fingers und sichern erst die erfolgreiche Replantation. Die zunächst passive, später auch aktive Bewegungstherapie des Fingers, die Anpassung von entsprechenden Lagerungsschienen und später

Trauma Berufskrankh 2016 · [Suppl 1]: 18:S96–S99 DOI 10.1007/s10039-015-0061-1
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2015

J.F. Hernekamp · U. Kneser · B. Bickert

Replantationen

Zusammenfassung

Hintergrund. Daumenamputationen, Mehrfingeramputationen und Amputationsverletzungen bei Kindern und Jugendlichen sind eine absolute Indikation für einen Replantationsversuch. Der zügige Transport in ein Replantationszentrum ist anzustreben, wobei Frostschäden zu vermeiden und auf eine sachgemäße Aufbewahrung des Amputats zu achten ist.

Operative Versorgung. Replantationen sind Notfalloperationen und sollten direkt ohne unnötigen zeitlichen Verzug durchgeführt werden, um die Ischämiezeit des Amputats gering zu halten. Bei der operativen Versorgung sollte ein besonderes Augenmerk auf die übungssichere Osteosynthese in korrekter Rotationsstellung gelegt werden, da dies

essenziell für die postoperative Beübung ist. Die Indikationen für den Einsatz von Nerven- und Veneninterponaten sollten großzügig gestellt werden. Die intensive und spezialisierte Handrehabilitation ist von elementarer Bedeutung für das funktionelle Endergebnis. Sollte eine Daumenreplantation nicht möglich sein, stehen bei strenger Indikationsstellung sichere mikrochirurgische Rekonstruktionsverfahren wie der Zehentransfer zur Verfügung.

Schlüsselwörter

Traumatische Amputation · Chirurgische Replantation · Minimal-invasive Verfahren · Notfallmaßnahmen · Postoperative Komplikation

Replantation

Abstract

Background. Accidental thumb amputation, multiple finger amputations and amputation injuries in children and adolescents are absolute indications for an attempt at replantation. The prompt transport to a replantation center must be strived for, whereby frost damage should be avoided and care must be taken to store the amputated body part in an adequate manner.

Operative treatment. Replantation is an emergency operation and should be carried out without any unnecessary time delays in order to reduce the period of ischemia of the amputated body part to a minimum. During the surgical treatment special attention should be paid to the functional stabiliza-

tion of osteosynthesis in the correct rotational position because this is essential for postoperative exercises. The indications for interpositioning of tissue for nerves and veins should be liberally applied. An intensive and specialized rehabilitation of the hand is of elementary importance for the functional outcome. If thumb replantation is not possible safe microsurgical reconstruction procedures, such as great toe transfer, are available under strict consideration of the indications.

Keywords

Traumatic amputation · Surgical replantation · Minimally invasive surgery · Emergency treatment · Postoperative complications

ggf. Kompressionsbandagen u. Ä. haben einen immensen Einfluss auf das funktionelle Endergebnis. Außerdem ist dezidiert darauf zu achten, dass initial unbeteiligte Finger ebenfalls in die Therapie integriert werden, da schmerzhaftes Bewegungseinschränkungen benachbarter Finger unbedingt zu vermeiden sind.

Komplikationen

Als Frühkomplikationen sind v. a. venöse und arterielle Insuffizienzen zu nennen, die umgehend mikrochirurgisch revidiert werden müssen. Eine 24-h-Revisionsbereitschaft ist dafür dringend erforderlich.

Gegebenenfalls kann bei rein venöser Insuffizienz auch der temporäre Einsatz medizinischer Blutegel („leeches“) bzw. einer lokalen Heparintherapie zur Drainage erwogen werden [15, 16].

Der Grad der Reinnervation nach erfolgreicher Replantation ist mitunter schwer vorhersehbar [17]. Extreme Weterfähigkeit, therapieresistente Schmerzen bzw. eine verbleibende Sensibilitätsstörung in Kombination mit persistierenden Neurombeschwerden und deutliche Bewegungseinschränkungen können den Heilungsverlauf verkomplizieren und im Extremfall zu „Störfingern“ führen, die ggf. eine sekundäre Amputa-

tion und Stumpfbildung notwendig machen. Diese Einschränkungen sind in der Summe als Spätkomplikationen zu werten und sollten bereits in der initialen Beurteilung und Entscheidung für oder gegen einen Replantationsversuch miteinbezogen werden [8]. Direkte funktionelle Vergleiche zwischen replantierten Fingern und Stumpfbildungen bei ähnlichen Verletzungsmustern sind selten und schwer zu erheben. Hattori et al. [18] konnten zeigen, dass bei Amputationsverletzungen der Fingerkuppe die Replantation bessere Ergebnisse aufweist als die Stumpfbildung.

Sofern eine Replantation des Daumens initial nicht möglich ist, oder dieser im Verlauf nach Replantationsversuch noch verloren geht, bleibt die zweizeitige Daumenrekonstruktion durch mikrochirurgischen Zehentransfer ein probates Mittel [19]. Die Indikation bei einem so aufwendigen mikrochirurgischen Eingriff ist allerdings mit dem Patienten ausführlich zu besprechen.

Korrespondenzadresse

Dr. J.F. Hernekamp

Klinik für Hand-, Plastische und Rekonstruktive Chirurgie – Schwerbrandverletzentzentrum
BG-Unfallklinik Ludwigshafen
Ludwig-Guttmann Str. 13, 67071 Ludwigshafen
jfhernekamp@bgu-ludwigshafen.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. J.F. Hernekamp, U. Kneser und B. Bickert geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen oder Tieren.

The supplement containing this article is not sponsored by industry.

Literatur

- Komatsu S, Tamai S (1968) Successful replantation of a completely cut-off thumb. *Plast Reconstr Surg* 42:374–377
- Hahn P, Frank U, Genz G, Lanz U (1998) [Replantation. Indications and organization]. *Orthopade* 27 (7):414–421
- Haas EM, Volkmer E, Holzbach T, Wallmichrath J, Engelhardt TO, Giunta RE (2013) [Optimising care structures for severe hand trauma and replantation and chances of launching a national network]. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 45(6):318–322. doi:10.1055/s-0033-1357197
- Rosberg HE (2014) Disability and health after replantation or revascularisation in the upper extremity in a population in southern Sweden – a retrospective long time follow up. *BMC Musculoskelet Disord* 15:73. doi:10.1186/1471-2474-15-73
- Chen SY, Wang CH, Fu JP, Chang SC, Chen SG (2011) Composite grafting for traumatic fingertip amputation in adults: technique reinforcement and experience in 31 digits. *J Trauma* 70(1):148–153. doi:10.1097/TA.0b013e3181cc8553
- Landesärztekammer Schleswig-Holstein (2011) Weiterbildungsordnung der Landesärztekammer Schleswig-Holstein vom 25. Mai 2011
- Chung KCAAK (2002) Replantation of the upper extremity: indications and outcomes. *J Am Soc Surg Hand* 2(2):78–94
- Sears ED, Chung KC (2011) Replantation of finger avulsion injuries: a systematic review of survival and functional outcomes. *J Hand Surg Am* 36(4):686–694. doi:10.1016/j.jhsa.2010.12.023
- Lin CH, Aydyn N, Lin YT, Hsu CT, Lin CH, Yeh JT (2010) Hand and finger replantation after protracted ischemia (more than 24 hours). *Ann Plast Surg* 64(3):286–290. doi:10.1097/SAP.0b013e3181b0bb37
- Schwabegger AH, Hussl H, Ninkovic MM, Anderl H (1997) [Replantation in childhood and adolescence. Long-term outcome]. *Unfallchirurg* 100(8):652–657
- Tamai S (1982) Twenty years' experience of limb replantation – review of 293 upper extremity replants. *J Hand Surg Am* 7(6):549–556
- Barbary S, Dap F, Dautel G (2013) Finger replantation: surgical technique and indications. *Chir Main* 32(6):363–372. doi:10.1016/j.main.2013.04.012
- Waikakul S, Sakarnkosol S, Vanadurongwan V, Unnanuntana A (2000) Results of 1018 digital replantations in 552 patients. *Injury* 31(1):33–40
- Lister G (1978) Intraosseous wiring of the digital skeleton. *J Hand Surg Am* 3(5):427–435
- Beier JP, Horch RE, Kneser U (2010) Chemical leeches for successful two-finger re-plantation in a 71-year-old patient. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 63(1):e107–e108. doi:10.1016/j.bjps.2009.01.007
- Knobloch K, Gohritz A, Busch K, Spies M, Vogt PM (2007) [Hirudo medicinalis-leech applications in plastic and reconstructive microsurgery – a literature review]. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 39(2):103–107. doi:10.1055/s-2007-965138
- Glickman LT, Mackinnon SE (1990) Sensory recovery following digital replantation. *Microsurgery* 11(3):236–242
- Hattori Y, Doi K, Ikeda K, Estrella EP (2006) A retrospective study of functional outcomes after successful replantation versus amputation closure for single fingertip amputations. *J Hand Surg Am* 31(5):811–818. doi:10.1016/j.jhsa.2006.02.020
- Wei FC, Chen HC, Chuang CC, Chen SH (1994) Microsurgical thumb reconstruction with toe transfer: selection of various techniques. *Plast Reconstr Surg* 93 (2):345–351 (discussion 352–357)