Pseudarthrosen und komplikationsbehaftete Verläufe nach Mittelhandfrakturen

Pseudarthrosen und andere komplikationsbehaftete Heilungsverläufe können nach Mittelhandfrakturen einen komplexen und protrahierten Verlauf bedingen. Die Datenlage in der medizinischen Literatur ist diesbezüglich recht schmal und verweist auf viele Jahre alte Manuskripte [1–4]. Daher sollen in dieser Arbeit die Hintergründe und Behandlungsmöglichkeiten aus heutiger Perspektive aufgearbeitet werden.

Definition

Bereits die Definitionen einer Delayed Union oder Pseudarthrose im Mittelhandbereich weichen von der im unfallchirurgischen Bereich gängigen, zeitbezogenen Definition ab. So würden wir eine Delayed Union im Handbereich als eine „verlangsamte, aber fortschreitende Konsolidierung“ bezeichnen. Die Pseudarthrose bezeichnet eine „ohne Eingriff nicht zu erwartende Konsolidierung“, da klare radiologische Zeichen einer ausbleibenden Heilung wie Sklerosierungen und subchondrale Zysten vorliegen. Dabei ist unerheblich, ob diese bereits 2 Monate oder erst 6 Monate nach Fraktur vorliegen.

Inzidenz und Pathogenese

Die Inzidenz von solchen Heilungsstörungen nach Mittelhandknochenfrakturen ist unklar. Die Angaben variieren zwischen 0 und 15 % [2–4]. Manche Autoren erwähnen sie nicht einmal als Komplikation.

Die Entstehung solcher gestörter Heilungsprozesse von Mittelhand-

frakturen kann durch einige Risikofaktoren begünstigt werden. Dabei ist als wichtigster Aspekt eine instabile, insuffiziente Osteosynthese zu nennen. Hier sind im Wesentlichen die Wahl

des falschen Verfahrens und eine nicht korrekte Reposition zu nennen. Nur eine übungs- und im besten Falle belastungsstabile Osteosynthese kann einen regelrechten Heilungsverlauf gewährleisten.

Abb. 1 ◀ Therapiealgorithmus zur Behandlung von Pseudarthrosen und komplikationsbehafteten Verläufen nach Mittelhandfrakturen. ESWT extrakorporale Stoßwellentherapie, BMP bone morphogenic protein

Abb. 2 ▲ **a** Pseudarthrosen der Mittelhandknochen (MHK) 2 und 3 mit gebrochener Platte an MHK 2. **b** Zustand nach Resektion der Pseudarthrosen, Interposition von kortikospongiösen Beckenkammspanen und winkelstabilen Plattenosteosynthesen

Abb. 3 ▲ **a** Knöcherner Defekt nach Resektion eines Pseudarthrosenrezidivs am Mittelhandknochen (MHK) 3. **b** Situs bei Präparation der medialen Femurkondyle, gut zu sehen ist die A. descendens genicularis. **c** Gehobenes Transplantat mit zusätzlichem, an einem Seitenast gestielten vaskularisierten Periostlappchen. **d** Transfer des Transplantates in den Situs. **e** Winkelstabile Plattenosteosynthese. Das Periostlappchen wurde augmentierend um den knöchernen Span platziert. **f, g** Radiologische Kontrolle 2 Tage postoperativ

Auch der Frakturverlauf scheint eine Rolle zu spielen. So wurde bei Querfrakturen der Diaphyse eine Pseudarthrosenrate von bis zu 29,6% beschrieben, wobei die Rate bei Nicht-Querfrakturen 7,4% beträgt [3]. Manuell tätige Arbeiter entwickeln mit 28,1% ebenfalls häufiger eine Pseudarthrose, als nichtmanuell Tätige mit 1,74%. Wie bei allen Frakturen ist auch ein regelmäßiger Nikotinkonsum schädlich für den Heilungsverlauf von Mittelhandfrakturen. Ein weiterer Aspekt liegt im begleitenden Weichteilschaden. Bei dünnem Weichteilmantel und begleitenden Nerven- und Gefäßverletzungen ist die Inzidenz einer Pseudarthrosenentwicklung erhöht [5]. Erklärbar ist dies auch durch den anatomischen Verlauf der Metakarpalarterien, die sehr engen Kontakt zum Knochen aufweisen und bei dislozierten Frakturen leicht verletzt werden, was eine lokale Minderperfusion bedingt [6]. Keine Signifikanz wurde im Hinblick auf den gewählten Plattentyp und die Händigkeit des Patienten beschrieben.

Therapie

Einen klaren Behandlungsalgorithmus für solche gestörten Heilungsprozesse gibt es derzeit noch nicht. Unterschiedliche Verfahren erscheinen schlagwortartig in der Literatur und haben je nach Ausgangssituation sicherlich ihren Stellenwert. Im Folgenden möchten wir daher diese Verfahren ordnen und eine Art Algorithmus zur Behandlung von komplikationsbehafteten Verläufen erstellen (■ **Abb. 1**).

Eine hyperthrophe Pseudarthrose ist am ehesten durch eine instabile Osteosynthese bedingt. Hier mag die alleinige Stabilisierung der Situation durch Anpassung des Osteosyntheseverfahrens, ggf. ergänzt um eine Spongiosaplastik ausreichen.

Meistens liegen jedoch atrophe Pseudarthrosen mit Substanzdefekten vor, die ein komplexeres Vorgehen erforderlich machen.

Bei überschaubarer Größe des knöchernen Defektes und Vorliegen von guten Weichteilverhältnissen ist eine Spongiosaanlagerung am ehesten aus dem ipsilateralen, distalen Radius zu empfehlen. Entscheidend ist dabei die

stabile Plattenosteosynthese. Die Verwendung von winkelstabilen Schrauben gibt insbesondere bei umschriebenen Substanzdefekten zusätzliche Stabilität.

Handelt es sich um einen größeren knöchernen Defekt bei weiterhin suffizienten Weichteilverhältnissen, ist die Transplantation eines kortikospongiosen Beckenkammspanns mit überbrückender Plattenosteosynthese das adäquate Verfahren (■ Abb. 2).

Sollte der knöcherne Defekt auch hierfür zu groß sein und/oder sollten begleitend unzureichende Weichteilverhältnisse vorliegen, besteht die Indikation für einen freien vaskularisierten Knochentransfer. Hierbei kommt beispielsweise die freie Femurkondyle, die freie Fibulatransplantation oder der freie, vaskularisierte Beckenkammspan infrage. Diese Transplantate können zudem osteokutan gehoben werden, um gleichzeitig eine stabile Weichteilsituation zu erzielen (■ Abb. 3).

Diese Verfahren sind je nach Indikation frei wählbar und sollen keinen aufeinander aufbauenden Charakter haben. In seltenen Fällen können jedoch auch Situationen auftreten, in denen trotz dieser Verfahren keine abschließende Heilung erreicht werden kann. Hier wäre auch die Anwendung modernerer Verfahren wie BMP (bone morphogenic protein)-Anlagerung oder supportive Behandlung mit niedrigerenergetischem Ultraschall oder extrakorporaler Stoßwellentherapie denkbar. Insbesondere die beiden Letztgenannten scheinen sich vielversprechend zu entwickeln und finden aufgrund des minimalen zusätzlichen Risikos zunehmend Anwendung in der eigenen klinischen Praxis.

Niedrigintensive (30 mW/cm²) gepulste Ultraschallsignale können die Frakturheilung beschleunigen [7–12] und sind durch eine verstärkte Absorption in Knochengewebe besonders wirksam. Die mechanischen Stimuli werden von ossären Zellen in eine molekulare Antwort umgesetzt [Osteocalcin (OC), tartratresistente saure Phosphatase (TRAP)] und dadurch wird ein osteoinduktiver Effekt erzielt. Auch die durch Expression von „vascular endothelial growth factor“ (VEGF) induzierte Angiogenese unterstützt diesen Vorgang [13, 14].

Trauma Berufskrankh 2016 · [Suppl 4]:18:S372–S375 DOI 10.1007/s10039-015-0111-8
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2015

L. Harhaus · B. Bickert · U. Kneser

Pseudarthrosen und komplikationsbehaftete Verläufe nach Mittelhandfrakturen

Zusammenfassung

Frakturen der Mittelhandknochen verlaufen nicht selten komplikationsbehaftet und zeigen einen durch Delayed Union oder Pseudarthrosenbildung verzögerten Heilungsverlauf. Einen klaren Behandlungsalgorithmus gibt es aktuell noch nicht. Wir empfehlen ein stufenartiges Vorgehen: Eine hypertrophe instabile Pseudarthrose ist durch eine osteosynthetische Stabilisierung, ggf. ergänzt um eine Spongiosaplastik zu behandeln. Atrophe Pseudarthrosen erfordern ein komplexeres Vorgehen. Bei überschaubarer Größe des knöchernen Defektes und Vorliegen von guten Weichteilverhältnissen ist eine Spongiosanlagerung, bei größeren knöchernen Defekten bei weiterhin suffizienten Weichteilverhältnissen ist die Transplantation eines kortikospongiosen Beckenkammspanns mit

überbrückender Plattenosteosynthese das adäquate Verfahren. Bei großen Defekten und kompromittierter Weichteilsituation besteht die Indikation für einen freien vaskularisierten Knochentransfer. Auch die Anwendung modernerer Verfahren wie BMP (bone morphogenic protein)-Anlagerung oder supportive Behandlung mit niedrigerenergetischem Ultraschall oder extrakorporaler Stoßwellentherapie sind denkbar. Aufgrund vieler moderner Therapieansätze ist eine aktuelle Evaluation dieser Thematik jedoch unabdingbar.

Schlüsselwörter

Komplikationen · Delayed Union · Behandlungsalgorithmus · Pseudarthrose · Mittelhandknochen

Pseudarthrosis and courses afflicted by complications after metacarpal fractures

Abstract

It is not uncommon for fractures of the metacarpal bones to develop complications and they are therefore at risk of developing a delayed union or pseudarthrosis which delay the course of healing. Currently, no clear treatment algorithm is existing. We recommend a stepwise approach: hypertrophic, an unstable pseudarthrosis should be treated by osteosynthetic stabilization and if necessary supplemented by spongioplasty. An atrophic pseudarthrosis requires a more complex strategy. A manageable size of bony defect in the presence of sufficient perfusion of surrounding soft tissue can be treated by cancellous bone transplantation or in the case of larger bony defects and a sufficient soft tissue situation with a corticocancellous graft from

the iliac crest in combination with a bridging plate osteosynthesis. Large bony defects with poorly perfused surrounding soft tissue require a free vascularized bony and cutaneous tissue transfer. The use of modern approaches, such as administration of bone morphogenic protein (BMP) or treatment with extracorporeal shock wave therapy or low energy ultrasound therapy also have to be considered. Due to the many modern therapeutic approaches, a current evaluation of this topic is, however, inevitable.

Keywords

Complications · Delayed union · Pseudarthrosis · Treatment algorithm · Metacarpal bone

Ebenso wurden durch die extrakorporale Stoßwellentherapie positive Ergebnisse bei verzögerter Knochenheilung und Therapie der Pseudarthrose berichtet [15, 16]. Auch hierdurch kommt es zu einer Neovaskularisation [durch Expression von eNOS (endotheliale Stickstoffmonoxidsynthase), VEGF, PCNA (proliferating cell nuclear antigen)] des Gewebes. Eine direkte Aktivierung von Fibroblasten und deren konsekutive

Transformation in Osteoblasten unterstützt den knöchernen Heilungsprozess [17, 18]. Insbesondere eine niedrige Energiedichte von 0,15–0,4 mJ/mm² erhöht die metabolische Aktivität der Osteoblasten [19, 20].

Für beide Therapien wäre evtl. ein Einsatz auch bereits früher, bei Erscheinen der ersten Anzeichen einer gestörten Frakturheilung zu überlegen.

Fazit für die Praxis

- Zusammenfassend handelt es sich bei Pseudarthrosen und komplikations-behafteten Verläufen nach Mittel-handfrakturen um Prozesse, die jeder Handchirurg kennt, die aber wenig in der Literatur beschrieben sind.
- Über eine gezielte Auswahl aus dem Armamentarium der Behandlungsstrategien (nicht vaskularisierte Knochentransplantation, vaskularisierter Knochentransfer und supportive Ansätze) kann jedoch in den meisten Fällen eine Konsolidierung erreicht werden.
- Aufgrund vieler moderner Therapieansätze und neuer Osteosyntheseverfahren und Implantate ist eine aktuelle Evaluation dieser Thematik jedoch unabdingbar.

Korrespondenzadresse

Priv.-Doz. Dr. med. L. Harhaus

Klinik für Hand-, Plastische und Rekonstruktive Chirurgie, Schwerbrandverletztenzentrum, Klinik für Plastische Chirurgie der Universität Heidelberg
BG – Unfallklinik Ludwigshafen, Ludwig-Guttmann-Str. 13, 67071 Ludwigshafen
leila.harhaus@bgu-ludwigshafen.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. L. Harhaus, B. Bickert, U. Kneser 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

1. Jupiter JB, Koniuch MP, Smith RJ (1985) The management of delayed union and nonunion of the metacarpals and phalanges. *J Hand Surg Am* 10(4):457–466
2. Page SM, Stern PJ (1998) Complications and range of motion following plate fixation of metacarpal and phalangeal fractures. *J Hand Surg Am* 23(5):827–832
3. Fusetti C, Meyer H, Borisch N, Stern R, Santa DD, Papaloizos M (2002) Complications of plate fixation in metacarpal fractures. *J Trauma* 52(3):535–539
4. Stern PJ, Wieser MJ, Reilly DG (1987) Complications of plate fixation in the hand skeleton. *Clin Orthop Relat Res* (214):59–65
5. Ring D (2006) Malunion and nonunion of the metacarpals and phalanges. *Instr Course Lect* 55:121–128
6. Schmidt H, Lanz U (1992) *Chirurgische Anatomie der Hand*. Hippokrates Verlag, Stuttgart, S 160
7. Hadjiargyrou M, McLeod K, Ryaby JP, Rubin C (1998) Enhancement of fracture healing by low intensity ultrasound. *Clin Orthop Relat Res* (355Suppl):216–229
8. Malizos KN, Hantes ME, Protopappas V, Papachristos A (2006) Lowintensity pulsed ultrasound for bone healing: an overview. *Injury* 37:56–62
9. Reher P, Elbeshir el-NI, Harvey W et al (1997) The stimulation of bone formation in vitro by therapeutic ultrasound. *Ultrasound Med Biol* 23:1251–1258
10. Rubin C, Bolander M, Ryaby JP, Hadjiargyrou M (2001) The use of low-intensity ultrasound to accelerate the healing of fractures. *J Bone Joint Surg* 83:259–270
11. Tsai CL, Chang WH, Liu TK (1992) Preliminary studies of duration and intensity of ultrasonic treatments on fracture repair. *Chin J Physiol* 35:21–26
12. Wang SJ, Lewallen DG, Bolander ME et al (1994) Low intensity ultrasound treatment increases strength in a rat femoral fracture model. *J Orthop Res* 12:40–47
13. Rubin C, Bolander M, Ryaby JP, Hadjiargyrou M (2001) The use of low-intensity ultrasound to accelerate the healing of fractures. *J Bone Joint Surg Am* 83:259–270
14. Leung KS, Lee WS, Tsui HF et al (2004) Complex tibial fracture outcomes following treatment with low intensity pulsed ultrasound. *Ultrasound Med Biol* 30:389–395
15. Rompe JD, Rosendahl T, Schöllner C, Theis C (2001) High-energy extracorporeal shock wave treatment of nonunions. *Clin Orthop Relat Res* 387:102–111
16. Schaden W, Fischer A, Sailer A (2001) Extracorporeal shock wave therapy of nonunion or delayed osseous union. *Clin Orthop Relat Res* 387:90–94
17. Wang CJ, Huang HY, Chen HH, Pai CH, Yang KD (2001) Effect of shock wave therapy on acute fractures of the tibia. *Clin Orthop Relat Res* (387):112–118
18. Kaulesar Sukul DM, Johannes EJ, Pierik EG, van Eijck GJ, Kristelijns MJ (1993) The effect of high energy shock waves focused on cortical bone: an in vitro study. *J Surg Res* 54:46–51
19. Martini L, Giavaresi G, Fini M, Borsari V, Torricelli P, Giardino R (2006) Early effects of extracorporeal shock wave treatment on osteoblast-like cells: a comparative study between electromagnetic and electrohydraulic devices. *J Trauma* 61:1198–1206
20. Martini L, Giavaresi G, Fini M, Torricelli P, de Pretto M, Schaden W, Giardino R (2003) Effect of extracorporeal shock wave therapy on osteoblastlike cells. *Clin Orthop Relat Res* 413:269–280