

Fingerfrakturen

■ Peter Laier, Philipp Morakis, Ulrich Pfister

Zusammenfassung

Frakturen der Finger gehören zu den häufigsten Brüchen des Menschen. Oft bagatellisiert, haben sie dennoch nicht selten erhebliche Beeinträchtigungen der Gebrauchsfähigkeit der gesamten Hand zur Folge. Die überwiegende Anzahl der Frakturen sind primär oder nach geschlossener Reposition stabil und können nichtoperativ behandelt werden. Eine Ruhigstellung der Mittel- und Endgelenke in Streckung, der Grundgelenke in Beugung für nicht länger als 4 Wochen oder eine frühfunktionelle Bewegungstherapie sind ausreichend.

Instabile, offene oder gelenkbetreffende Frakturen stellen Indikationen zur

operativen Therapie dar. Wesentlich für das Behandlungsergebnis ist das Ausmaß der Schädigung der Bänder, Sehnen und Gleitschichten. Dem Unfallschaden sollte deshalb nur ein möglichst geringer operationsbedingter Schaden hinzugefügt werden. An Implantaten werden kleindimensionierte Platten und Schrauben aus Titan sowie Kirschner-Drähte verwendet. Der Einsatz des Fixateur externe beschränkt sich auf Frakturen mit höhergradigem Weichteilschaden.

Frakturen mit Gelenkbeteiligung, insbesondere am Mittelgelenk, haben häufig schlechtere funktionelle Ergebnisse zur Folge als Schafffrakturen und erfordern spezielle Verfahren.

Einleitung

Bunnell sagte 1956: Frakturen der Finger sind so häufig und haben derartig hohe Folgeschäden, dass sie den Versicherungsträgern vergleichbar hohe Kosten wie die Frakturen der langen Röhrenknochen verursachen [2]. Es ist schwer nachprüfbar, ob diese Aussage in der heutigen Zeit noch gültig ist, aber dennoch sind Fehlstellungen oder Einsteifungen durchaus keine seltenen Folgen nach Fingerfrakturen, die zu den häufigsten Knochenbrüchen beim Menschen zählen.

Im Hinblick auf die differenzierte Verwendung der Hand als Greif- und Ausdrucksorgan hat die Wiederherstellung der Funktion und einer akzeptablen äußeren Erscheinung oberste Priorität. Eine rasche Ausheilung der Frakturen in

achsgerechter Stellung mit der Möglichkeit der frühzeitigen Bewegung der Gelenke sowie weichteilschonende Zugänge sind hierfür grundlegende Voraussetzungen und somit Behandlungsziel.

Anatomie

Die Phalangen werden nicht von Muskulatur, sondern am Grund- und Mittelglied von Sehnen umgeben. Die Nähe der Sehnen zum Knochen begünstigt die Entstehung von Verklebungen, insbesondere nach Ruhigstellung. Beträgt die Dauer der Immobilisation maximal 4 Wochen, so kann die aktive Funktion zu 80% wiedererlangt werden [9]. Jedoch ist nicht nur die Dauer, sondern auch die Art der Ruhigstellung von entscheidender Wichtigkeit.

Die Mittel- und Endglieder müssen in Streckstellung, das Grundgelenk in 70–80°-Beugstellung und das Handgelenk in 30–40°-Streckstellung immobilisiert werden.

In dieser so genannten Intrinsic-plus-Position kommt es nicht zur Verkürzung der Seitenbänder im Mittel- und Grundgelenk, Einsteifungen in ungünstiger Stellung werden so vermieden (Abb. 1).

Klassifikation

Für die Frakturen im Handbereich wurde die AO-Klassifikation der Frakturen 1997 erweitert [6]. Die ersten drei Ziffern bezeichnen den Strahl und die Lokalisation.

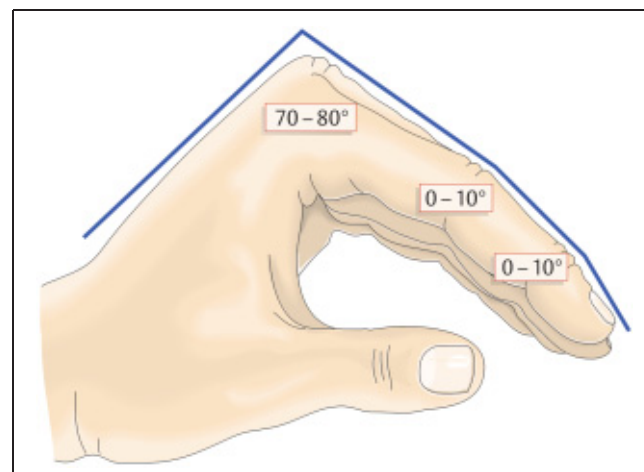


Abb. 1 Intrinsic-plus-Stellung.

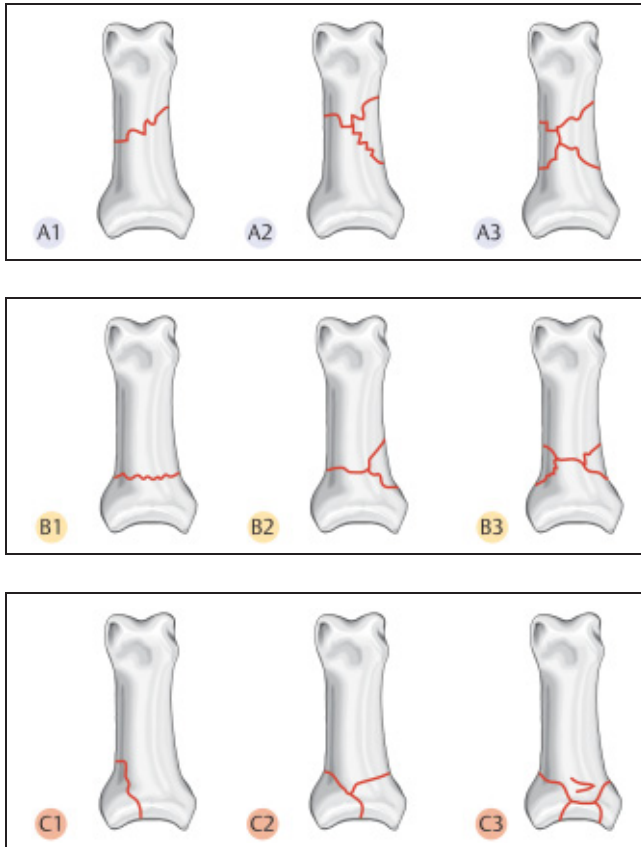


Abb. 2a-c AO-Klassifikation der Hand. Schaftfrakturen (a), metaphysäre Frakturen (b), Gelenkfrakturen (c).

Tab. 1 Indikation zur operativen Therapie

- offene Frakturen
- Gelenkstufen
- nicht reponierbare oder auf der Schiene retinierbare Fehlstellungen (Rotationsfehler, Verkürzungen, Achsfehlstellungen)
- relative Indikation ist der Wunsch des Patienten, längere Ruhigstellung zu vermeiden.

Buchstabe und Zahl beschreiben die Frakturlokalisierung und -form am betroffenen Knochen. Frakturen mit dem Buchstaben A sind in der Diaphyse, mit B in der Metaphyse und mit C im Gelenkbereich gelegen, jeweils mit entsprechendem Schweregrad (Abb. 2a, b, c)

Darüber hinaus gibt es Klassifizierungen spezieller Frakturen, z.B. diejenigen der dorsalen Endgliedbasis oder knöchernen Ausrisse der palmaren Platte an der Mittelgliedbasis.

Diagnostik

Schmerzen, Bewegungseinschränkung, Schwellung und eine Achsfehlstellung sind klinische Zeichen einer Fraktur. Besonders auf das Vorliegen eines Rotationsfehlers ist zu achten. Hinweise sind eine Verdrehung des Fingernagels im Vergleich zu den Nachbarfingern und ein Über- oder Unterkreuzen bei der Beugung (Abb. 3).

Der Erstuntersucher muss die Durchblutung und Sensibilität überprüfen. Die Beurteilung der Sehnenfunktion oder der Gelenkstabilität ist wegen der Schmerzen nicht immer einfach. Nach Rückgang der Weichteilschwellung erfolgt dann erneut



Abb. 3 Drehfehler des Zeigefingers mit Überkreuzen im Faustschluss.

eine klinische Kontrolle. Die Röntgenaufnahmen werden für jeden betroffenen Finger separat in der a-p und exakt seitlichen Ebene durchgeführt [8], Schrägaufnahmen sind nur ausnahmsweise, (z.B. für die Beurteilung der Gelenkbeteiligung bei Frakturen der Mittelgliedbasis), CT oder NMR generell nicht nötig.

Konservative Behandlung

Der überwiegende Anteil der Frakturen an den Phalangen wird nicht operativ behandelt. Geeignet dafür sind gering verschobene Frakturen ohne Gelenkbeteiligung.

In Leitungsanästhesie wird die Fraktur durch Längszug reponiert. Die Retention erfolgt auf einer palmaren Schiene in Intrinsic-plus-Stellung. Grundsätzlich sollte die Ruhigstellung außer am Endgelenk nicht länger als 3 Wochen andauern, gefolgt von einer funktionellen Übungsbehandlung. Nach insgesamt 6 Wochen besteht im Allgemeinen volle Belastbarkeit.

Operative Behandlung

Die Operation beinhaltet grundsätzlich das Risiko der zusätzlichen Weichteilschädigung und der Infektion. Das erreichbare Ergebnis muss also besser sein als nach konservativer Therapie (Tab. 1).

Implantate

Von der AO wurde 1964 das Kleinfragmentinstrumentarium eingeführt und in der Folgezeit weiterentwickelt und ergänzt. Mehrere Hersteller bieten heute Implantate zur Verwendung für Osteosynthesen an der Hand an. Reintitan gilt als Standard-Werkstoff. Die Schraubendimensionen liegen zwischen 1,0 und 2,0 mm für den Einsatz an den Fingern, üblicherweise selbstschneidend und mit flachem Kopf. Unterschiedliche Plattenformen, wie LCDCP, Rekonstruktions- und Kondylen- sowie gitterförmige Platten, zeigen die gleiche Vielfalt wie Implantate für große Knochen (Abb. 4a, b).

Die gängigen Kirschner-Drähte zur Verwendung an den Fingern liegen bei Stärken von 0,6mm bis maximal 1,25mm. Das Einsatzgebiet des Fixateur liegt bei den Frakturen mit erheblichen Weichteilschäden. Vorteile sind die schnelle Montage mit der Möglichkeit der geschlossenen Reposition, die freie Kombinierbarkeit mit Schrauben oder K-Drähten sowie der Möglichkeit der gelenküberbrückenden Montage.

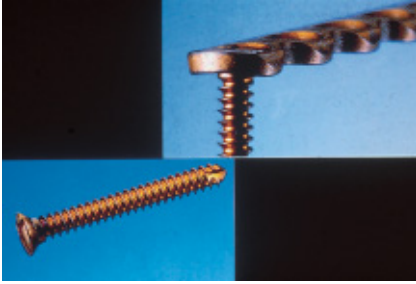


Abb. 4 Mini-Implantate.

Endgliedfrakturen

Diese Frakturen entstehen häufig durch Quetschungen.

Bedingt durch die dünne dorsale Bedeckung des Knochens mit Nagelbett und Nagel und die straffen palmaren Weichteile der Kuppe (mit ihren längsverlaufenden Bindegewebssepten) entsteht rasch ein schmerzhaftes Hämatom.

Insbesondere wenn es subungual gelegen ist, sollte es durch Trepanation des Nagels mit einer Kanüle entlastet werden.

Nagelkranz

Sie bedürfen lediglich einer kurzen Ruhigstellung für 2 Wochen z.B. in einer Stack-Schiene (Abb. 5). Der Vorteil dieser Schiene ist die Ausparung der beiden anderen Fingergelenke, so dass diese mobil bleiben können. Trotz korrekter Behandlung treten häufig Schmerzen, Kälteempfindlichkeit und Nagelwachstumsstörungen auf. Liegen bei offenen Frakturen mehrere kleine Fragmente des Nagelkranzes vor, werden diese entfernt, da sie nicht anheilen und zum Absterben neigen.

Endgliedschaft und Basis ohne Gelenkbeteiligung

Unverschobene und somit stabile Brüche werden ebenfalls kurzfristig auf einer Stack-Schiene für 14 Tage ruhig gestellt.



Abb. 5 Stack-Schiene.

Erhältliche Platten	zu Schraubendurchmesser				
	1,0	1,3	1,5	2,0	2,4
		●	●		
					●
		●	●	●	
		●	●	●	●
		●	●	●	●
				●	●
			●	●	
				●	●
				●	

Die Operation sollte bei nicht reponierbaren, stark verschobenen und offenen Frakturen bevorzugt werden. Ein oder zwei Kirschner-Drähte (0,8 oder 1,0 mm) stellen die Fraktur für 4 Wochen in der Schiene ruhig, danach können sie entfernt werden.

Basisfrakturen mit Gelenkbeteiligung

Diese Frakturen kommen als dorsale Kantenfrakturen mit Beteiligung der Strecksehne (häufig) oder palmar als knöcherne Ausrisse der tiefen Beugesehne (selten) vor. Darüber hinaus gibt es Kombinationen beider Typen oder Trümmerfrakturen der Gelenkfläche. Die Strecksehnenabriss werden nach Suckert in 4 Typen unterteilt, wobei Typ 1 und 2 die reinen Sehnenverletzungen, Typ 3 den kleinen knöchernen Abriss ohne und Typ 4 den großen Abriss mit Luxation des Endgelenks beschreiben. Die konservative Behandlung mit Ruhigstellung in der Stack-Schiene für 6 Wochen sollte bei Typ-3-Verletzungen durchgeführt werden, wenn sich das Fragment mit einer Stufe von maximal 1 mm anlegt oder wenn es für eine operative Fixierung zu klein ist. Ansonsten sollte, wie auch bei den Frakturen des Typs 4 operativ vorgegangen werden. Es existiert eine Vielzahl von Verfahren. Kleine Fragmente können z.B. über eine Ausziehmaht, ggf. kombiniert mit einer Gelenkruhigstellung durch Kirschner-Draht, für 6 Wochen adaptiert werden.

Auch die Hakendrahtosteosynthese nach Ender und Hintringer [3] hat sich bewährt.

Ein Kirschner-Draht der Stärke 0,6 mm wird unter Bildwandlerkontrolle durch das Fragment und das restliche Endglied nach beugeseitig ausgebohrt. Streckseitig zu einem Häkchen gebogen und unter Zug an der Fingerbeere über einem Plättchen als Widerlager fixiert, hält er so das Fragment an seiner korrekten Position.

Bei großen Fragmenten über 30% Gelenkflächenanteil ist die Osteosynthese mittels Zuggurtung (0,6–0,8 mm Drähte und Cerlagen) oder Zugschrauben der Dimension 1,0 bis 1,5 mm angezeigt, da hierbei eine stufenlose Rekonstruktion der Gelenkfläche erreichbar ist.

Eine Entfernung der Schrauben ist nicht notwendig, Drähte sollten jedoch nach Ablauf von 12 Wochen entfernt werden (Abb. 6a, b; Abb. 7a, b). Für beugeseitige Abrissverletzungen sowie Trümmerfrakturen besteht generell Operationsindikation. Zur Verwendung kommen K-Drähte, Schrauben oder Plättchen der Dimension 1,3 und 1,5 mm.

Frakturen der Mittel- und Grundglieder

Distale Gelenkfrakturen

Hier ist entweder nur der eine oder beide Kondylen betroffen. Liegt keine Gelenkstufe und keine Achsabweichung vor, so genügt eine Ruhigstellung für 4 Wochen.



Abb. 6 Dorsale Endgliedbasisfraktur mit mehr als 50% Gelenkflächenanteil, präoperativ (a) mit Zuggurtung versorgt (b).



Abb. 7 Dorsale Endgliedbasisfraktur des Daumens, präoperativ (a) mit Zugschraube versorgt (b).

Für Brüche des Mittelglieds bietet sich die Stacksche Schiene an, für diejenigen des Grundgliedes die PIP-Stack-Schiene (**Abb. 8**). Alle dislozierten Frakturen sollten operativ versorgt werden, um nach exakter Wiederherstellung der Gelenkfläche eine frühzeitige Mobilisation zu ermöglichen. Oft kommt es trotz anatomischer Reposition zur Ausbildung von Bewegungseinschränkungen durch Vernarben und Verklebungen des Band- und Sehnenapparates. Von besonderer Wichtigkeit ist daher ein weichteilschonender Zugang und die baldige postoperative Bewegung des betroffenen Fingers.

Unikondyläre Frakturen werden durch Zugschraubenosteosynthese der Dimen-



Abb. 8 PIP-Stack-Schiene zur Ruhigstellung des Mittelgelenkes.

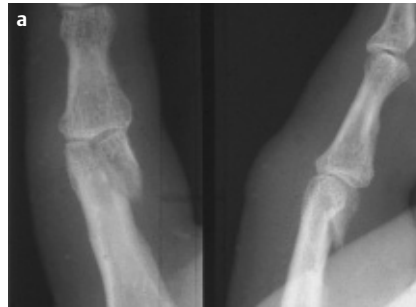


Abb. 9 Unikondyläre Grundgliedköpfchenfraktur C1 nach AO-Klassifikation, präoperativ (a) mit Zugschraube versorgt (b).

sion 1,3 und 1,5 mm oder Kirschner-Drahtfixierung behandelt (**Abb. 9 a, b**). Wann immer es die Fragmentgröße erlaubt sollte zur Erhöhung der Rotationsstabilität ein zweites Implantat eingebracht werden. Sind beide Kondylen betroffen, so werden diese zunächst gegeneinander mittels Zugschraube verbunden und dann zusammen an den Grundgliedenschaft fixiert.

Dazu können K-Drähte (0,8-1,0 mm) verwendet werden, die allerdings eine Ruhigstellung des Fingers erforderlich machen. Stabilisierungen mit Platten (1,5 mm-LCDC- oder Mini-Kondylenplatte) (**Abb. 10 a, b**) erlauben die postoperative Bewegung. Während K-Drähte nach

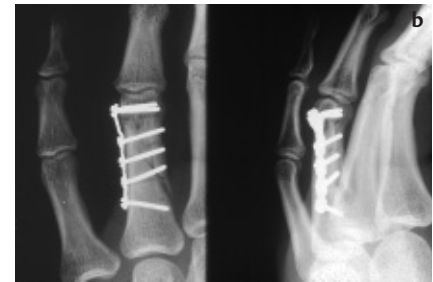
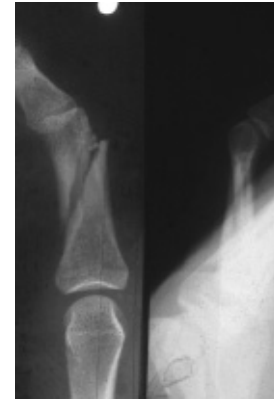


Abb. 10 Bikondyläre Grundgliedköpfchenfraktur C2 nach AO-Klassifikation präoperativ (a) mit Kondylenplättchen versorgt (b).

4 Wochen entfernt werden, können Schrauben und Platten belassen bleiben.

Schaftfrakturen

Auch diese Frakturen können nichtoperativ behandelt werden, wenn sie nicht disloziert sind. Eine Ruhigstellung in Intrinsic-plus-Stellung für 3 Wochen führt zu vorübergehenden Einschränkungen der Beweglichkeit, so dass meistens eine Bewegungstherapie erforderlich ist. Eine Alternative ist die funktionelle Behandlung nach Pezzeri et al. [7]. Nach eventuell notwendiger Reposition der Fraktur in Oberst-Anästhesie wird der frakturierte Finger mit einem Tape oder Gazeschlauche (buddy-tape) an einen Nachbarfinger gebunden und in einem Unterarmgips ruhiggestellt, der jedoch im Mittel- und Endgelenk die freie Bewegung erlaubt. Das Grundgelenk bleibt in der Beugestellung (**Abb. 11 a, b**). Der ursprüngliche Bewegungsumfang wird durch diese Methode schneller erreicht als nach kompletter Ruhigstellung. Bei Instabilität und Dislokation stehen mehrere Methoden der Stabilisierung zur Verfügung (siehe **Tab. 2**). Nach möglichst geschlossener Reposition werden unter Durchleuchtung zwei Drähte (1,0–1,2 mm) gekreuzt eingebracht und über die Fraktur gebohrt bis zum festen Halt in der Gegenkortikalis.

Tab. 2 Osteosyntheseverfahren zur Behandlung von Schaftfrakturen

- Kirschner-Drahtosteosynthese
- Zugschraubenosteosynthese
- Plattenosteosynthese
- Fixateur externe



Abb. 11 a, b Funktioneller Gipsverband in Intrinsic-plus-Stellung mit der Möglichkeit, Mittel- und Endgelenke zu bewegen. Schienung durch „buddy-tape“.

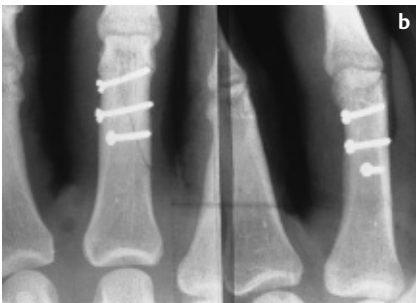
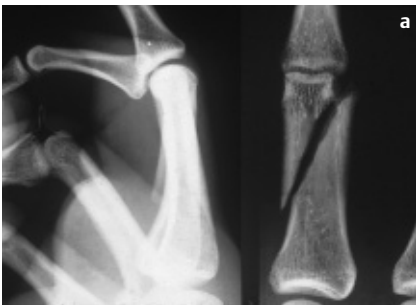


Abb. 12 Grundgliedschrägfraktur A1 nach AO-Klassifikation präoperativ (a) mit Zugschrauben versorgt (b).

Die Drähte dürfen sich nicht in Höhe der Fraktur überkreuzen, da dies die Rotationsstabilität erheblich vermindert. Es sollte niedrigtourig gebohrt werden, um Hitzeschäden und ein frühes Lockern der Drähte zu vermeiden. Nach Kirschner-Drahtstabilisierung muss für drei Wochen ruhiggestellt werden, da im Allgemeinen keine Übungsstabilität zu erreichen ist. Die Drähte werden nach 5 Wochen entfernt.

Schräg- oder Torsionsfrakturen weisen immer einen Rotationsfehler auf, der sich mittels konservativer Methoden oft nicht korrigieren lässt. Bei diesen Brüchen empfiehlt sich die exakte Reposition und Zugschraubenosteosynthese.

Gelingt die Reposition unter Bildverstärker geschlossen, so können die Schrauben auch durch Stichinzisionen eingebracht werden (Abb. 12 a, b).

Liegen mehrere Fragmente vor, besteht die Indikation zur Plattenosteosynthese.

Die dorsale Plattenlage auf der Zuggurungsseite ist biomechanisch günstiger



Abb. 13 Grundgliedfraktur A2 nach AO-Klassifikation präoperativ (a) mit 1,5 mm LCDC-Platte und Zugschraube versorgt.

als die seitliche, verlangt jedoch eine schonende Präparationstechnik, um Verklebungen der Strecksehne zu vermeiden. Die Technik der interfragmentären Kompression unter Ausnutzung des Gleitlochprinzips oder durch Verwendung von Zugschrauben unterscheidet sich prinzipiell nicht von den Osteosynthesen an großen Knochen (Abb. 13 a, b). Die heute verfügbaren flachen Titanimplantate verursachen kaum Weichteilirritationen, so dass eine Materialentfernung nicht nötig ist.

Die offenen oder geschlossenen Frakturen mit erheblichem Weichteilschaden sind die Domäne des Fixateur externe. Die Schanz-Schraubchen werden seitlich eingebracht um den Strecksehnenapparat möglichst wenig zu irritieren.

Die Montage kann gelenküberschreitend erfolgen, auch Kombinationen mit Kirschner-Drähten oder -Schrauben sind möglich. (s. Abb. 14). Nach knöcherner Ausheilung (6 Wochen) kann der Fixateur entfernt werden).

Proximale Gelenkfrakturen

Die Brüche an der Mittelgliedbasis zeigen einige typische Formen. Im Wesentlichen sind es Pilon-Frakturen, knöcherne Ausrisse der palmaren Platte und knöcherne Ausrisse der mittleren Anteile der Strecksehne.

Vergleichbar den Pilon-Frakturen am oberen Sprunggelenk stößt sich das Grundgliedköpfchen in die Gelenkfläche der Mittelgliedbasis und zertrümmert sie.

Die offene Wiederherstellung der Gelenkfläche erfordert einen ausgedehnten Zugang, so dass hierbei die Ergebnisse erwartungsgemäß schlecht sind.

Es haben sich zwei Verfahren etabliert. Die Stopfdrahtosteosynthese nach Hin-



Abb. 14 Gelenküberschreitende Fixateur-Montage bei Zeigefingergrundgliedfraktur mit begleitendem erheblichem Weichteilschaden (Sehnenverletzungen).

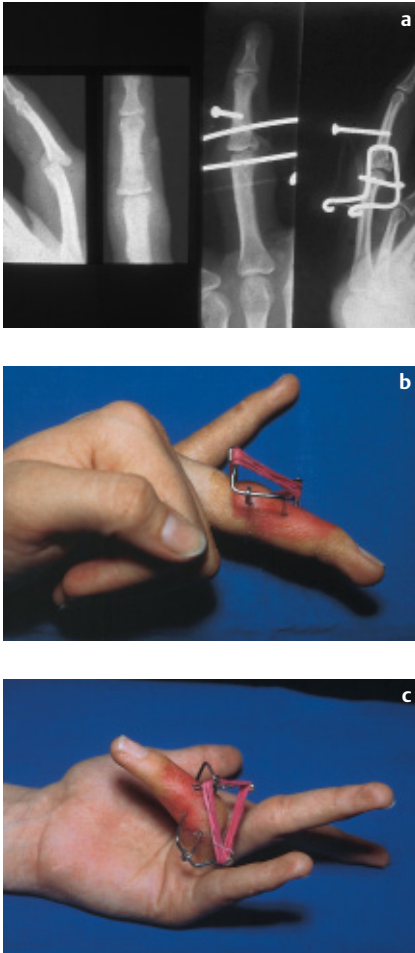


Abb. 15 Dynamische Extensionsbehandlung einer Pilon-Fraktur der Mittelgliedbasis durch die Montageanordnung kommt es zur Reposition der vorher luxierten Fraktur (a) unter bleibendem Längszug (b) kann das Gelenk frühzeitig beübt werden (c).

tringer [4] ist die Aufstößelung der Gelenkfläche gegen das intakte Grundgliedköpfchen durch einen von distal eingebrachten hockeyschlägerförmig umgebogenen K-Draht von 0,8 mm Stärke unter Bildverstärkerkontrolle. Die so reponierte Gelenkfläche wird durch perkutan eingebrachte K-Drähte gitterförmig unterfüttert und abgestützt. Die Nachbehandlung erfolgt früh funktionell, da bei diesen Frakturen mit erheblicher und schnell eintretender Gelenksteife zu rechnen ist.

Das zweite Verfahren ist eine Reposition der Fraktur durch kontinuierlichen Längszug über spezielle Fixateur externes oder externer K-Drahtmontagen [1], die eine sofortige aktive und passive Beweglichkeit im betroffenen Gelenk ermöglichen. Das gemeinsame Prinzip dieser äußeren Montagen ist die Reposition der

Fraktur über Ligamentotaxis und die Beseitigung der Luxationstendenz durch Hebelwirkung über die eingebrachten Drähte (**Abb. 15 a, b, c**).

Durch Überstreckung kommt es sehr häufig zum knöchernen Abriss der palmaren Platte von der Mittelgelenksbasis. Diese kräftige bindegewebig-knorpelige Platte bildet beugeseitig die Gelenkkapsel und wirkt in Verbindung mit den Seitenbändern als Bremse gegen überstreckende Kräfte. Die Behandlung erfolgt überwiegend in Form einer 2-wöchigen Ruhigstellung in Streckstellung z.B. mit der PIP-Stack-Schiene, gefolgt von einer Freigabe der Beweglichkeit, ggf. zusätzlich geschützt durch Tape-Fixierung an den Nachbarfinger. Lediglich große verdrehte Fragmente mit zusätzlicher Instabilität der Seitenbänder erfordern die operative Refixierung durch transossäre Naht mit nichtresorbierbarem Faden der Stärke 3-0, wobei die palmare Platte von palmar u-förmig gefasst und der Faden über eine Stichinzision in der Mitte des Mittelgliedes streckseitig verknötet wird [5]. Die Ruhigstellung ist die gleiche wie bei nichtoperativer Therapie.

Knöcherner Abrisse des Mittelzügels der Strecksehne haben eine Knopflochdeformität zur Folge, bei der das Mittelgelenk nicht mehr vollständig gestreckt werden kann und das Endgelenk in Überstreckung steht. Diese Abrissfragmente sollten deshalb exakt reponiert und mittels Zuggurtung oder Zugschraube übungstabil fixiert werden.

An der Grundgliedbasis gibt es ebenfalls Impressionen der Gelenkfläche; im Unterschied zur Mittelgliedbasis sind funktionelle Störungen jedoch gering. Die operative Wiederherstellung der Gelenkfläche ist oftmals schwierig. Größere Fragmente mit mehr als 40% Gelenkflächenanteil und Stufen von mehr als 1 mm sollten jedoch mit Zuggurtungen oder Zugschrauben möglichst anatomisch übungstabil fixiert werden. Besteht keine Chance auf Rekonstruktion, sollte frühfunktionell ohne Ruhigstellung behandelt werden.

Schlussfolgerung

Der Grundsatz, nur kurz ruhigzustellen, wenn möglich sogar sofort funktionell zu behandeln, ist bei den Fingerfrakturen auch in der nichtoperativen Behandlung etabliert. Weichteilschonende Operationstechnik sowie verbesserte Implantatdesigns vermeiden zusätzliche Schäden

bei der notwendigen Stabilisierung instabiler Frakturen. Spezielle Verfahren ermöglichen die Anwendung des Grundsatzes der frühestmöglichen Bewegung auch bei den weiterhin problematischen Frakturen des Mittelgliedes.

Literatur

- 1 Bayer-Sandow T, Brüser P. Die dynamische Behandlung von intraartikulären Mittelgliedbasisfrakturen mit dem Bewegungsfixateur nach Suzuki. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2001; 33: 267–270
- 2 Bunnell S. *Surgery of the hand*. Lippincott, Philadelphia London 1956
- 3 Ender HG, Hintringer W. Die perkutane Versorgung von knöchernen Ausrissen der Strecksehnen und Seitenbänder an den Fingern mit dem „Hakendraht“. *Unfallchirurgie* 1986; 12: 143–147
- 4 Hintringer W, Ender H-G. Perkutane Versorgung von intraartikulären Frakturen der Fingermittelglieder. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 1986; 18: 356–362
- 5 Hintringer W, Leixnering M. Knöcherner oder ligamentäre Verletzungen am Mittelgelenk und ihre Behandlung. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 1991; 23: 59–66
- 6 Petravic B, Siebert H. AO-Klassifikation der Frakturen des Handskeletts. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 1998; 30: 40–44
- 7 Pezzeri Ch, Leixnering M, Hintringer W. Die funktionelle Behandlung von Grundgliedfrakturen der dreigliedrigen Finger. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 1993; 25: 267–270
- 8 Schaefer M, Siebert HR. Finger- und Mittelhandfrakturen, Operative und nicht operative Behandlungsverfahren, Teil 1. *Der Unfallchirurg* 2000; 103: 482–494
- 9 Strickland JW, Streichen JB, Kleinmann WB, Flynn N. Factors influencing digital performance after phalangeal fracture. In: (eds) *Difficult problems in hand surgery*. Vol 15, Mosby, St. Louis 1982; 126–129

Dr. med. Peter Laier
Oberarzt

Dr. med. Philipp Morakis
Assistenzarzt

Prof. Dr. med. Ulrich Pfister
Klinikdirektor

Klinik für Unfall-, Hand-
und Wiederherstellungschirurgie
Klinikum Karlsruhe
Moltkestr. 90
D-76133 Karlsruhe