

# Fallbeispiel

## Fixateur externe: Knochentrümmer fixieren

Felix\* setzt den Timer seiner Uhr in Gang. Jetzt kommt es nur darauf an, dass er die Ruhe bewahrt. Bei den Vorarbeiten hat er herausgefunden, dass die nächste erreichbare Streife mindestens 6 Minuten brauchen wird. Jetzt darf er keine Sekunde verschenken.

Von der Sprengung der Ladentür hat er noch ein Pfeifen in den Ohren. Er kann dennoch schon die ersten Stimmen hören, Fenster werden geöffnet, und die Alarmanlage des Juweliergeschäfts erzeugt ein schwirrendes Signal. Er hat mit alldem gerechnet.

Beherrscht langt er in die Auslagen und stopft in den Beutel, was ihm in die Hände fällt. Er weiß, dass die wirklich wertvollen Stücke im Tresor liegen. Da ist in der Kürze der Zeit nicht heranzukommen. Allerdings sind die nicht ganz so ausgefallenen Stücke auch leichter loszuwerden. Sehr interessant ist jedoch auch das Bargeldvorkommen. Es zahlen nicht mehr viele Menschen bar, deshalb hat der Juwelier sich auch angewöhnt, das Geld nur noch jeden freitags nach Ladenschluss im Nachttresor der Bank einzuwerfen. Jetzt hat sich also über eine Woche Bar-

geld angesammelt. Felix findet die Kassette auch schnell genug. Sein Wecker am Handgelenk signalisiert, dass die 4,5 Minuten, die er sich als Limit gesetzt hat, vorüber sind. Während er den dunklen Laden wieder verlässt, öffnet er die Geldkassette, die nicht einmal abgeschlossen ist. Er hat damit gerechnet, dass sich einige Tausend Euro darin befinden, doch erfasst er mit einem Blick, dass es viel mehr ist. Es sind ein paar Bündel großer Scheine darin. Das müssen mindestens 30.000 Euro sein. Er jauchzt innerlich vor Freude und besinnt sich dann rasch wieder auf seinen Fluchtplan. Er stopft alles in den Rucksack und zieht sich die Motorradmütze über Kopf und Gesicht. Dann stürzt er los und springt auf sein Fahrrad. Es ist ihm egal, ob ihn Menschen auf der Straße oder in den Fenstern sehen. Entscheidend ist nur, dass die Polizei ihn nicht sieht, die jeden Moment um die Ecke kommen wird. Das schwierigste Stück sind die 100 Meter bis zur nächsten Seitenstraße. Wenn sie ihn bis dahin nicht sehen, ist er verschwunden. Doch dann hört er den Schuss, und im gleichen Moment ist es, als würde sein Arm explodieren.

\*Fallbeispiel fiktiv, Namen frei erfunden



### REFLEXION

**Pathophysiologische Grundlagen der Knochenheilung.** Die Knochenheilung erfolgt normalerweise schneller als die Heilung der meisten anderen Gewebe. Dies liegt wohl daran, dass die Skelettstabilität evolutionär unverzichtbar für den Menschen war, denn von ihr hing die Mobilität und somit praktisch auch das Überleben ab. Nach einer Fraktur entsteht ein Hämatom, da nicht nur der reich durchblutete Knochen, sondern oft auch Weichteile verletzt sind. Früher wurde dem Hämatom bei der Knochenheilung eine entscheidende Rolle zugeschrieben, doch ist man heute von dieser Vorstellung wieder abgerückt, denn auch bei Hämophiliepatienten ohne Hämatombildung heilen Knochen.

Wie bei allen Verletzungen kommt es auch bei der Fraktur zu einer Entzündungsreaktion, die den Ausgangspunkt der Wundheilung darstellt. Dazu gehört es auch, dass Makrophagen und Knochen abbauende Osteoklasten aktiv werden und das zerstörte Weichteil- und Knochengewebe erkennen und abbauen. Dann wandern Mesenchymzellen ein, die sich zu Fibro-, Chondro- und Osteoblasten entwickeln und das Granulationsgewebe erzeugen. Anschließend werden Mineralien eingelagert und mineralisierter Knorpel entsteht, worauf dann Knorpelgewebe durch Knochen ersetzt wird. Nach der Wundheilung ist nur sehr wenig Narbengewebe im Knochen nachweisbar.

**Wie kann geholfen werden?** Bei allen Brüchen ist nicht nur die Knochenstruktur zerstört, sondern auch das umgebende Gewebe verletzt (Muskulatur, Unterhautfettgewebe). Auch benachbarte Blutgefäße oder Nerven können erheblich geschädigt sein. Das Ziel der Frakturbruchbehandlung ist es, das Zusammenwachsen in einer möglichst funktionsgerechten Stellung zu gewährleisten.

Die Verletzung, die zu einer Fraktur und zur Zerstörung von Weichteilen führt, verletzt immer auch die Gefäße. Bei Frakturen großer Knochen kann es auch zu einem lebensbedrohlichen Blutverlust kommen. Die Durchblutung im verletzten Gebiet ist also erheblich reduziert, was die Komplikationsrate der Osteosynthese (operative Versorgung von Knochenverletzungen und Einbringung von Fremdmaterial, z.B. Schrauben) ansteigen lässt. Umso wichtiger sind dann eine gewebeschonende Osteosynsetechnik und eine ausreichende Stabilität. Damit die Heilungsprozesse in Gang kommen können, ist besonders die Periost- und die Weichteildurchblutung bedeutsam (Periost = Knochenhaut). Aber auch die Nerven werden oft geschädigt. Typischerweise ist bei Oberarmfrakturen der N. radialis und bei Fibulaköpfchenfrakturen der N. peroneus häufig betroffen. Für eine ungestörte Heilung der Frakturen sind

folgende Punkte entscheidend:

- die Fragmente müssen einen innigen Kontakt haben,
- eine ununterbrochene Ruhigstellung muss gewährleistet sein,
- die Durchblutung muss ausreichend sein,
- es darf keine Infektion des Wundgebietes vorliegen.

Die Erfüllung dieser Bedingungen ist die Grundlage für einen gesunden Ablauf der Entzündungsreaktion und Wundheilung.

Die Art der Behandlungsmethode hängt in erster Linie von folgenden Faktoren ab:

- Art des Knochenbruchs
- Schwere der umgebenden Gewebeschädigung (z.B. offener Bruch, Quetschung)
- Ausmaß der Schwellung
- Allgemeinzustand des Patienten

Die Vor- und Nachteile der verschiedenen Behandlungsansätze müssen gegeneinander abgewogen werden. Manchmal ist es auch erforderlich, von einer Methode auf die andere zu wechseln.

**Konservative Behandlung.** Bei einer konservativen Behandlung wird zunächst die Fraktur unter örtlicher oder Vollnarkose gerichtet. Dann wird eine Entscheidung über die Art der Ruhigstellung und die Dauer getroffen:

- Gips oder Cast
- Verband
- Schiene
- Streckbehandlung (Extension)

**Operative Behandlung.** Bei der operativen Behandlung werden die Bruchstücke unter Sicht oder auch ohne Freilegung an in ihre ursprüngliche Position gebracht. Damit die Bruchstücke wieder zusammenwachsen können, müssen sie ruhig gehalten werden. Gleichzeitig ziehen aber Muskeln und Sehnen an den verschiedenen Stellen des Knochens, und zwar nicht nur an den Enden, sondern auch oft am Schaft.

Für die erforderliche Fixierung greift man in die medizinische „Werkzeugkiste“. Viele der verwendeten Materialien und Werkzeuge sind aus der heimischen Werkstatt bekannt. Für die Verbindung von Knochenstücken stehen vor allem Nägel, Schrauben, Platten und Drähte aus Edelstahl oder Titan zur Verfügung. Die größeren Bruchstücke können damit fest miteinander verbunden werden. Die Einrichtung des Bruchs und die Heilung werden röntgenologisch kontrolliert. Danach sind weitere ruhigstellende

Verbände, wie sie in der konservativen Therapie verwendet werden, nicht mehr erforderlich. Dies hat den großen Vorteil, dass die angrenzenden Gelenke nach kürzester Zeit wieder bewegt werden können, sofern die versorgte Fraktur dabei selbst nicht belastet wird (sog. übungstabile Verbindung). Zur Fixierung der Knochenbruchstücke werden folgende Verfahren eingesetzt:

- **Verschraubung und Verplattung der Fragmente:** Hierbei werden die Bruchenden der Knochen durch eine oder mehrere Platten und Schrauben fixiert. Die Platten sind für unterschiedliche Diaphysen (Knochenschäfte) ausgelegt und werden mit Schrauben im Knochen fixiert. Für andere Knochenbereiche gibt es z.B. abgewinkelte Platten.
- **Drahtzuggurtung und Cerclage:** Die Bruchstücke werden durch Draht miteinander verbunden und ggf. zusätzlich durch eine Drahtumschlingung befestigt (Zuggurtungsosteosynthese). Man macht sich dabei physiologisch einwirkende Zugkräfte der Muskeln zunutze, die in Druckkräfte umgewandelt werden. Die Kompression der Fraktur erfolgt durch Bewegung.
- **Marknagelung:** Durch einen oder mehrere Marknägel wird der Knochen innerlich gesichert. Sie werden durch einen bruchfernen Schnitt eingeführt und können zusätzlich durch Schrauben im Knochen verankert werden. Sie dienen als zentraler Kraftträger und eignen sich für die Versorgung von langen Röhrenknochen wie Femur, Tibia oder Humerus.
- **Verbindung durch einen Fixateur externe:** Von außen werden Schrauben in den Knochen eingebracht und durch Stäbe miteinander verbunden. Durch eine spezielle Konstruktion können die Schrauben und der Kraftträger des Fixateurs winkelstabil verbunden werden. Dieses Verfahren wird häufig bei schlecht durchbluteten Weichteilen oder kritischen Weichteilverhältnissen, wie etwa bei einer offenen Fraktur, und bei Notfallbehandlungen von Polytraumapatienten durchgeführt.

Manchmal müssen Knochendefekte aufgefüllt werden, um die ursprüngliche Form möglichst genau wiederherzustellen. Dazu kann eigener Knochen verwendet werden, der z.B. am Beckenkamm entnommen wird, oder speziell vorbehandelter Fremdknochen oder Knochenersatzmaterial. Dadurch werden manchmal mehrere Eingriffe erforderlich.

**Offene Frakturen.** Bei einer offenen Fraktur muss sofort operiert werden, damit eine Infektion des Knochens verhindert werden kann und durch rasche Wiederherstellung die Weichteile heilen können. Im Idealfall wird der offene Bruch bereits am Unfallort steril abgedeckt. Diese Abdeckung wird erst im OP unter sterilen Kautelen (aseptischen Maßnahmen) wieder entfernt, denn Krankenhauskeime sind oft gefährlicher als die am Unfallort erfolgte Verschmutzung. Eine offene Fraktur ist immer ein chirurgischer Notfall. Der Erstverband einer offenen Fraktur bleibt bis zur Operation unangetastet, auch bei der klinischen Untersuchung.

Danach wird die Wunde sehr sorgfältig gesäubert, großzügig ausgespült und von allen Fremdkörpern befreit. Wundtaschen müssen eröffnet werden und verschmutztes und nekrotisches Gewebe in Subkutis und Muskulatur wird entfernt. Die Knochenbruchstücke und -enden werden völlig freigelegt, um alle Fremdkörper und Schmutzteile beseitigen zu können, und erneut wird großzügig gespült. Bei sehr starken Verschmutzungen wird dieser Vorgang nach 1–2 Tagen wiederholt, bevor es zur eigentlichen Versorgung kommt. Dann werden ggf. neu aufgetretene Nekrosen entfernt, Hämatome ausgespült und Wundtaschen drainiert.

Wenn die Fraktur offen und stark verschmutzt ist, werden oft antibiotikahaltige Träger eingebracht, um einer Infektion vorzubeugen. Es kann bei starker Verschmutzung auch sinnvoll sein, die Wunde nach der Operation zunächst offen zu lassen und erst später zu verschließen.

Mitunter ist das volle Ausmaß der Schädigung erst während der Operation erkennbar. Die Vermeidung von Infektionen und die Sanierung der Weichteile hat bei offenen Frakturen Vorrang. Deshalb werden manchmal Osteosyntheseverfahren verwendet, die rein mechanisch betrachtet nicht ganz optimal sind. Bei den Folgeeingriffen kann es dann notwendig werden, das Verfahren zu ändern oder zu erweitern.

Schließlich ist es wichtig, eine möglichst hohe Stabilität zu erhalten, denn durch mechanische Ruhe im Frakturgebiet wird die Heilung von Weich-

teilen und Knochen entscheidend gefördert. Von den oben genannten Methoden ist der Fixateur externe bei offenen Frakturen häufig das geeignetste Verfahren. Er ermöglicht eine Frakturfixierung mit Implantaten von außerhalb des Frakturgebietes. Im Knochen werden perkutane Schrauben oder Drähte verankert und von außerhalb des Knochens stabil verbunden. Bei Diaphysenfrakturen der langen Röhrenknochen hat sich ein einseitiger Fixateur bewährt. Die Stabilität des Aufbaus ist entscheidend für die Heilung und hängt hier ganz besonders von den Fähigkeiten des Chirurgen ab. Die Stabilität kann von ihm auf zweierlei Arten verbessert werden: Die freie Länge der Schrauben sollte möglichst klein sein und der Schraubendurchmesser möglichst groß. Die Gefahr, dass sich durch eine zu starke Fixierung ein Kallus (knöchernes Narbengewebe, ugs. Schwieler) bildet, ist deutlich geringer als die Folgen, die eine zu geringe Steifigkeit und Stabilität mit sich bringt.

Bei planbaren Operationen muss von ärztlicher Seite rechtzeitig entschieden werden, ob und wann gerinnungshemmende Medikamente abgesetzt oder ersetzt werden.

Ob und wann eingebrachtes Metall wieder entfernt wird, hängt von der Art des Bruches, des Metalls und vom Alter des Patienten ab und wird vom behandelnden Arzt entschieden. Manchmal muss das Metall vorzeitig entfernt werden, falls es Beschwerden bereitet. Aus Sicht des Infektionsrisikos ist eine schnellstmögliche Entfernung sinnvoll.

**Was tut die Pflege bei einem Fixateur externe?** Auf folgende Zeichen muss die postoperative Pflege besonders achten:

- zunehmende Schmerzen
- Fieber
- Bewegungseinschränkung
- Entzündungszeichen im Wundgebiet oder Sekretaustritt,
- bläuliche oder weiße Farbe der Finger bzw. der Zehen als Zeichen einer Mangeldurchblutung (z.B. durch einen zu eng sitzenden Verband)
- Kribbelgefühle oder Taubheitsgefühl in der betroffenen Extremität, weil sich dadurch eine Nervenverletzung bemerkbar machen könnte
- Anzeichen für eine Lungenembolie (besonders bei Polytrauma)

Beim Fixateur externe kann es zur sog. Pintrack-Infektion kommen, die entlang eines Stiftes von außen nach innen wandert. Zunächst führt sie zur Lockerung und damit zur Instabilität. Beim Fortschreiten ist auch eine Bohrlochosteomyelitis möglich, daher müssen die Eintrittsstellen der Stäbe anfangs steril verbunden werden. Im weiteren Verlauf liegt die Haut so dicht den Stäben an, dass die Umgebung nicht mehr verbunden werden muss.

Pflegerische Interventionen:

- Alle nicht ruhig gestellten Gelenke müssen zu Kontrakturprophylaxe intensiv bewegt werden.
- Besonders in der Frühphase sollten operierte Extremitäten hochgelagert werden, um den Ödemabfluss zu unterstützen.
- Schmerz erfassung und Therapie erfolgt nach Anordnung.
- Thromboseprophylaxe wird durchgeführt.
- Bei längerer Bettruhe und in Abhängigkeit von der sonstigen Situation des Pflegeempfängers ist auch eine Dekubitusprophylaxe zu erwägen.
- Frühzeitige und regelmäßige Physiotherapie nach ärztlicher Anordnung ist wichtig für den Heilungsprozess; dabei sollten jedoch keine Schmerzen auftreten.
- eventuell müssen Anträge auf Rehabilitation oder eine vorübergehende Pflege zur frühen Entlassung der Patienten gestellt werden.
- ein Patient mit Fixateur externe muss über den Umgang damit gut unterrichtet werden.

**Fall:** Bruchstellung und Brucheinrichtung werden durch Röntgenaufnahmen gesichert. Dann wird Felix genau darüber unterrichtet, wie er mit dem Fixateur bei alltäglichen Verrichtungen umgehen muss, um Verletzungen zu vermeiden. Auch soll nach Entfernung der Stäbe noch ein Röntgenbild angefertigt werden, um die Stabilität der Fraktur zu kontrollieren. Vorher darf er auf keinen Fall den Arm belasten. Eine anschließende konsequente Physiotherapie wird auch noch notwendig sein, wobei er sich fragt, ob ihn dazu wohl eine Physiotherapeutin in der Zelle besuchen wird.