

Fallbeispiel – Fixateur externe. Wenn der Knochen zertrümmert ist...

Harry setzte die Weckfunktion seiner Uhr in Gang. Jetzt kam es nur darauf an, dass er die Ruhe bewahrte. Bei den Vorarbeiten hatte er herausgefunden, dass die nächste erreichbare Streife mindestens sechs Minuten brauchen würde. Das war gar nicht wenig, trotzdem durfte er jetzt keine Sekunde verschenken, und noch besser wäre es, wenn er früher draußen wäre.

Von der Sprengung der Ladentür hatte er noch ein Pfeifen in den Ohren. Er konnte dennoch schon die ersten Stimmen hören, Fenster wurden geöffnet, und die Alarmanlage des Juweliergeschäftes erzeugte ein enervierendes, schwirrendes Signal. Er hatte mit alldem gerechnet. Trotzdem war er zu dem Schluss gekommen, dass sich dieser Einbruch sehr lohnen konnte. Das heruntergelassene Gitter war für ihn als Schlosser kein großes Problem. Doch die Fenster waren zu dick, um mal eben zertrümmert werden zu können. Allerdings hatte sich die Ladentür als Schwachstelle erwiesen. Außerdem war die Lage des Geschäfts in der verwinkelten Innenstadt so günstig, dass zum einen ein Streifenwagen nicht mit Höchstgeschwindigkeit heraneilen konnte, er aber mit einem Fahrrad und einem Fluchtplan beste Aussichten hatte zu entkommen.

Beherzt langte er in die Auslagen und stopfte in den Beutel, was ihm in die Hände fiel. Er wusste, dass die wirklich wertvollen Stücke im Tresor lagen. Da war in der Kürze der Zeit nicht heranzukommen. Allerdings waren die nicht ganz so ausgefallenen Stücke auch leichter loszuwerden. Sehr interessant war jedoch auch das Bargeldvorkommen. Es zahlten nicht mehr viele Menschen bar, deshalb hatte der Juwelier sich auch angewöhnt, das Geld nur noch freitags nach Ladenschluss im

Nachttresor der Bank einzuwerfen. Einmal im Monat ließ er das jedoch auch ausfallen, weil er es besonders eilig hatte, fortzukommen. Harry hatte nicht herausbekommen können, was der Juwelier dann machte, aber es war ihm auch egal, denn für seinen Plan war das nicht wichtig.

Jetzt hatte sich also über zwei Wochen Bargeld angesammelt und schließlich war morgen Valentinstag. Das alles machte diese Nacht für einen Bruch wie geschaffen. Harry fand die Kassetten auch schnell genug. Sein Wecker am Handgelenk signalisierte, dass die viereinhalb Minuten, die er sich als Limit gesetzt hatte, vergangen waren. Während er den dunklen Laden wieder verließ, öffnete er die Geldkassette, die nicht einmal abgeschlossen gewesen war. Er hatte damit gerechnet, dass sich einige Tausend Euro darin befänden, doch erfasste er mit einem Blick, dass es viel mehr sein musste. Er blieb kurz stehen und richtete seine Taschenlampe auf die Kassette. Es waren ein paar Bündel großer Scheine darin. Es mussten mindestens dreißig- oder vierzigtausend Euro sein. Er jauchzte innerlich vor Freude und besann sich dann rasch wieder auf seinen Fluchtplan. Er stopfte alles in den Rucksack und zog sich die Motorradmütze über Kopf und Gesicht. Dann stürmte er aus dem Laden und sprang auf sein Fahrrad. Es war ihm egal, ob ihn Menschen auf der Straße oder in den Fenstern sahen. Entscheidend war nur, dass die Polizei ihn nicht sah, die jeden Moment um die Ecke kommen würde. Das schwierigste Stück waren die rund 100 Meter bis zur nächsten Seitenstraße. Wenn sie ihn bis dahin nicht sahen, wäre er verschwunden. Doch dann hörte er den Schuss, und im gleichen Moment war es, als explodierte sein Arm.



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. Dann 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 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. 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 Knochenbruches,
- 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 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 (Abb. 12.2).
- **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 (Abb. 12.3). 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 Polytrauma-Patienten durchgeführt. Allerdings erfordert es manchmal später den Übergang auf andere Operationsverfahren.

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 Knochensatzmaterial. 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 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 unange- tastet, 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 Weichteilen 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 bildet, ist deutlich geringer als die Folgen, die eine zu geringe Steifigkeit und Stabilität mit sich bringt.

Was tut die Pflege bei einem Fixateur extern? Bei planbaren Operationen muss von ärztlicher Seite rechtzeitig entschieden werden, ob und wann gerinnungshemmende Medikamente abgesetzt oder ersetzt werden. Auf folgende Zeichen muss die postoperative Pflege besonders achten:

- zunehmende Schmerzen,
- Fieber,
- Bewegungseinschränkung,
- Schwellung an den Wunden oder Sekretaustritt,
- bläuliche oder weiße Farbe der Finger bzw. der Zehen als Zeichen einer Mangeldurchblutung (z.B. durch einen zu eng sitzenden Verband),
- starke Schmerzen im Gips,
- 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. Ob und wann eingebrachtes Metall wieder entfernt wird, hängt von der Art des Bruches, des Metalls und vom Alter des Patienten ab. Manchmal muss das Metall vorzeitig entfernt werden, falls es Beschwerden bereitet.

Darüber hinaus sind folgende Aspekte der Pflege zu beachten: alle nicht ruhig gestellten Gelenke müssen intensiv bewegt werden,

Fallbeispiel – Fixateur externe. Wenn der Knochen zertrümmert ist...

besonders in der Frühphase sollten operierte Extremitäten hochgelagert werden, um den Ödemabfluss zu unterstützen, frühzeitige und regelmäßige Krankengymnastik 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 wurden durch Röntgenaufnahmen gesichert. Dann wurde Harry Sief genau darüber unterrichtet, wie er mit dem Fixateur bei alltäglichen Verrichtungen umgehen musste, um Verletzungen zu vermeiden. Auch sollte nach Entfernung der Stäbe noch ein Röntgenbild angefertigt werden, um die Stabilität der Fraktur zu kontrollieren. Vorher durfte er auf keinen Fall den Arm belasten. Eine anschließende konsequente Krankengymnastik würde auch noch notwendig sein, wobei er sich fragte, ob ihn dazu wohl eine Physiotherapeutin in der Zelle besuchen würde. Aber ohne das würde er wohl höchstens noch Tüten kleben können.

Harry Sief dachte mit Schrecken daran, dass eine solche Konstruktion am Arm im Gefängnis ein gefundenes Fressen für jeden war, mit dem er sich anlegte. Er würde also gut daran tun, sich mit allen anderen Insassen gut zu stehen, zumindest solange, bis alles verheilt war. Aber diese Zeit konnte im Knast sehr lange werden.