

Prinzipielle Überlegungen zur Metallentfernung



W. Grechenig

AUVA-Unfallkrankenhaus Graz

Die Metallentfernung erfolgt in 65% der Fälle als reine, routinemäßige Metallentfernung ohne spezifische Probleme hervorgerufen durch das Implantat.

(8,16). Besonders bei jüngeren Patienten erfolgt die Metallentfernung, um bei evtl. neuen Frakturen nicht durch ein Metall in situ behindert zu sein. Marknägel können sich beim Trauma evtl. verbiegen und können dann nur sehr schwer gerade gebogen oder intraoperativ durchtrennt werden.

Die Komplikationsrate (Nervenläsion, Refraktur, Infektion, partielle Metallentfernung) liegt bei 10-20% (3,8,16,17). Die Refrakturrate nach Tibiaplattenentfernung liegt bei 3-11%, die Refrakturrate nach



Unterarmplattenosteosynthese bei 1,5-10% (8,9). Im Bereich der Tibia und der Ulna ist die mangelnde Revaskularisierung partiell-nekrotischer Kortikalisteile – auch wegen des mangelnden zirkulären Muskelmantels – verantwortlich. Durch die minimal invasiven Osteosynthesentechniken, die Verwendung von Platten mit

limitiertem Weichteilkontakt sowie auch die Verwendung von monokortikalen Schrauben konnte die Rate der Refrakturen doch gesenkt werden.



Auch die Entfernung intramedullärer Implantate ist mit einer nicht unwesentlichen Komplikationsrate behaftet. Ebenso beschreibt Folwaczny (5) bei 103 Metallentfernungen nach aufgebohrtem Unterschenkelmarknagel mit dem ACE-Nagel 10 Komplikationen, 2 x war die Metallentfernung nicht möglich, 8 x sehr schwierig, wovon es in 6 Fällen zu Fissuren im Bereich der Tibia dorsal gekommen ist.

Die Komplikationsrate zeigt eine eindeutige Abhängigkeit von der Erfahrung des Untersuchers (1) mit einer sogenannten Learning curve von 13-100% (9).

Die mögliche, durch Implantate hervorgerufenen Veränderungen sind: lokale Osteopenie, Ermüdungsfraktur, Korrosions-Toxizität, maligne Entartung.

Die Metalle könnten ein metabolisches, immunologisches, bakteriologisches und onkologisches Risiko darstellen (2).



Bei Implantaten aus rostfreiem Stahl kommt es durch Korrosion zu unerwünschten Reaktionsprodukten, nämlich Oxyden und Hydroxyden, die im elektrolytischen Milieu des Gewebes dissoziieren. Metallionen zeigen dann bei der Wechselwirkung mit

Zellen ihre Toxizität. Der Werkstoff Rein-Titan besitzt eine gute Korrosionsresistenz, es kommt zu keinen werkstoffabhängigen Gewebereaktionen in der Umgebung von Titanimplantaten und bis heute auch noch zu keinen nachgewiesenen Allergien.

Während der Implantatliegezeit steigt einerseits die Gefahr einer Komplikation aufgrund einer Metallallergie und andererseits bei gegebener genetischer Disposition die Wahrscheinlichkeit einer Allergisierung.

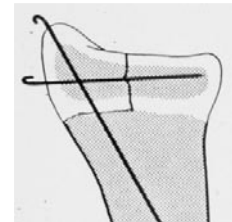
Aufgrund der bekannten Komplikationsrate wurde die routinemäßige Entfernung aller Implantate als Voraussetzung zur Aufnahme in den Militärdienst überdacht (22).

An den nicht statisch belasteten oberen Extremitäten wirkt sich eine Implantatbedingte Änderung der Biomechanik weniger gravierend aus als an der unteren Extremität. Deshalb können Implantate hier grundsätzlich belassen werden, wenn sie nicht stören (11).

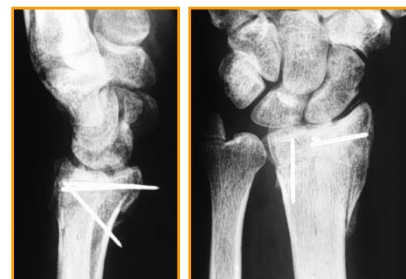
Indikation:

Absolute Indikationen zur Metallentfernung sind:

- Epiphysenfugen kreuzende Implantate, temporäre Arthrodesen (Bohrdrähte)
- wenn das Implantat eine zusätzliche Ruhigstellung/bzw. Entlastung benötigt (Stellschraube, Bohrdrähte)
- Fixateur externe



- Verfahrenswechsel
- wandernde Implantate (Hautnekrose, Infekt)
- direkt störende Implantate(Außenknöchel, Olecranon, Schienbeinkopf, Klavikula)
- indirekt, funktionell störende Implantate(überstehender Marknagel, dorsale Radiusplatte distal, Hakenplatte laterale Clavikula)
- wenn das Implantat zu lokalen Symptomen wie Allergie, Infekt, Bursa, Weichteilreaktion führt
- Pseudoarthrose



- Implantatbruch mit sekundärer Irritation
- (gebrochene) Kirschnerdrähte mit Gefahr der Wanderung – sekundäre Organverletzung möglich



Relative Indikationen ergeben sich durch:

- Alter (je jünger, desto eher die Metallentfernung)
- Wunsch des Patienten (z.B. bei Schmerzen, Irritationen, chronischen Infekten unklarer Ursache Herdsuche, sensibilisierter Patient)
- Bildgebende Diagnostik: wenn zur Beurteilung der Vitalität eine MR-Untersuchung erforderlich ist und ein herkömmliches Stahlimplantat verwendet wurde (Artefakte)
- Distaler Unterarm / Handgelenk dorsal
- Am Beckenring bei der gebärfähigen Frau
- An der Wirbelsäule bei dorsaler Instrumentierung(Materialermüdung durch Restbeweglichkeit der Segmente, Irritation der Rückenstreckmuskulatur)
- Bei Extremsportlern (Kontaktsport) muss die Metallentfernung einer Unterarmplatte mit dem Patienten abgeklärt werden. Unter Maximalbelastung droht die Refrakturrate bis zu einem Jahr, ohne Metallentfernung eine Fraktur am Plattenende.

Keine Metallentfernung erfolgt:

- Am Oberarmschaft dorsal (Nervus radialis!!)
- Am proximalen Radius volar und dorsal (Nervus radialis!!)
- An der Clavicula (Refraktur, schlechte Röntgen-Beurteilbarkeit der knöchernen Konsolidierung), außer bei Beschwerden
- An der Wirbelsäule ventral

- Beckenring und Azetabulum (außer Symphyse und Sacroiliacalgelenke)
- Bei Patienten mit pathologischer Knochenstruktur (fibröse Dysplasie, Osteogenesis imperfecta, Osteoporose, nach Verbundosteosynthese). In diesen Fällen droht eine neuerliche pathologische Fraktur oder ein Achsenfehler.
- Hand, Fuß – außer bei Beschwerden

Zeitpunkt:

Je später eine Metallentfernung durchgeführt wird, desto schwieriger ist sie – besonders bei Titanimplantaten. Spongiosaschrauben ohne durchgehendes Gewinde können nach längerer Zeit nur schwer entfernt werden oder bei der Metallentfernung brechen, ebenso Kirschnerdrähte und Cerclagen.

Länger einliegende Marknägel, insbes. Hohnägel lassen sich gelegentlich trotz aller Bemühungen nicht entfernen, es sei denn durch eine Längskortikotomie mit entsprechender Komplikationsrate (11).

Bei Schaftfrakturen sollte eine Metallentfernung nach konventioneller Plattenosteosynthese oder Nagelung nicht vor Ende des 18.-24.-igsten Monats durchgeführt werden. Dies auch, wenn im Röntgen die Fraktur durchgebaut ist; die nötige Stabilität bzw. der Knochenumbau und die kortikale Revitalisierung ist noch nicht erreicht.

Wegen der hohen Refrakturrate am Unterarmschaft nach gleichzeitiger Plattenentfernung an beiden Vorderarmknochen kann ein zeitlich getrenntes Vorgehen mit der Differenz von einem Jahr für die zweite Lokalisation erwogen werden (7).

In der Regel ist der knöcherne Durchbau der Frakturen am Handskelett sowohl im dia- als auch im metaphysären Bereich zwischen 6 und 12 Wochen nach Osteosynthese soweit fortgeschritten, dass eine ausreichende Stabilität der Knochen erreicht ist. Deswegen wird im Normalfall eine Metallentfernung zwischen 3 und 6 Monaten - wenn erforderlich - nach dem Primäreingriff durchgeführt (14).

Instrumentarium:

In jedem Fall muss der Operateur über die Art des zu entfernenden Implantates Klarheit haben. Dies wird durch die Vielzahl an verwendeten Marknägeln und Schrauben ebenso erschwert wie durch die Einführung neuer winkelstabiler Platten, welche im Röntgen von herkömmlichen Platten teilweise nicht oder nur schwer zu differenzieren sind (z.B. winkelstabile Radiusplatte).

Es empfiehlt sich in jedem Fall die Durchsicht des alten OP-Berichtes.

Bei Bruch des Schraubenkopfes oder

wenn es zum Ausleiern des Schraubenimbus kommt, stehen spezielle Hilfsmittel zur Verfügung. Auch diese müssen bei Metallentfernungen immer greifbar sein!



- Konische Extraktionsschrauben haben ein Linksgewinde und werden zum Entfernen von Schrauben mit beschädigtem Schraubenkopfmimbus eingesetzt. Die Extraktionsschraube entsprechender Größe wird an das T-Griffstück gekoppelt und an den Innen-6-Kant durch Linksdrehung eingeschraubt.



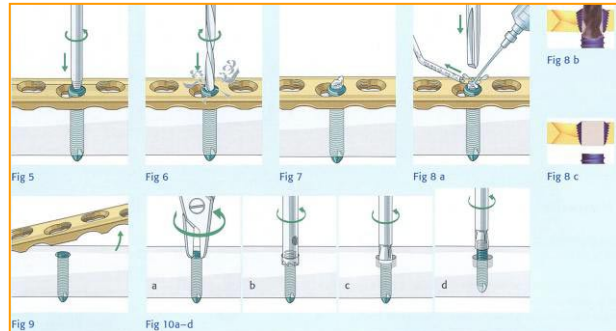
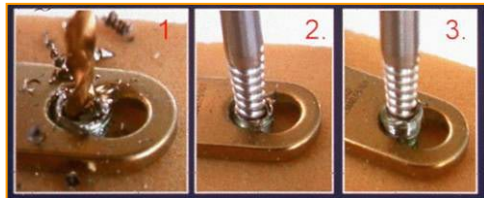
- Mit der Hohlfräse wird durch Linksdrehung rund um den Schraubenstumpf gefräst.
- Extraktionsbolzen können aufgrund ihres linksdrehenden, konischen Gewindes die freigelegten Schraubenfragmente fassen und herausdrehen.

Mit einer speziellen Schraubenfasszange können freigelegte Schraubenreste gefasst und herausgedreht



werden.

- Bei festsitzenden Schrauben in winkelstabilen Platten (LCP-Set) muss der Schraubenkopf mit einem Stahlbohrer zerstört werden, anders ist eine Metallentfernung meist nicht möglich



Die Metallentfernung ist keine einfache Operation und erfordert eine exakte Vorbereitung des Operateurs

- Es muss ein aktuelles Röntgen vorhanden sein (sind vielleicht schon einzelne Verriegelungsschrauben entfernt worden, sind Implantate gebrochen?)
- Sind die implantatgerechten Instrumente vorhanden?
- Muss dem Patienten evtl. eine partielle Metallentfernung nahegelegt werden, da einzelne Implantate (Schrauben, Spickdrähte) völlig von Kallus überbrückt, eingemauert, gebrochen oder gewandert sind; in diesen Fällen wäre der Aufwand der Entfernung nicht gerechtfertigt.
- An anatomisch schwierigen Regionen empfiehlt sich die Durchsicht des alten OP-Berichtes (wurde an der Wirbelsäule nach dorsaler Instrumentierung eine Laminektomie durchgeführt, ist die Lage des Nervus radialis im Bezug zur Platte am Oberarmschaft oder am proximalen Radius dokumentiert?).
- Wichtig ist auch eine Inspektion der Weichteile und der Narben mit der Planung des Zuganges und der erforderlichen Präparation (in diesen Fällen kann die präoperative Sonographie sehr hilfreich sein).
- Ist für die Operation der Einsatz eines Bildwandlers geplant?
- Blutspende
- Sind Blutkonserven erforderlich?

Wichtig ist die Aufklärung des Patienten und die Dokumentation der Aufklärung über:

- Die Indikation und Notwendigkeit der Metallentfernung (Abwägen von Vor- und Nachteilen), eine Metallentfernung muss nicht obligat durchgeführt werden! Sie wird immer seltener durchgeführt.
- Die Notwendigkeit, dass die Weichteilpräparation im selben oder vielfach sogar größerem Ausmaß notwendig ist (evtl. größere Narbe)
- Das notwendige Sportverbot nach der Plattenentfernung an langen Röhrenknochen (Planung des OP-Termins!!!!) – für ungefähr 3 Monate.
- Nach einer stabilen Plattenosteosynthese dauert der Knochenumbau sowohl im Frakturbereich als auch im Plattenlager nach der Metallentfernung länger, bis die Extremität ihre implantatfreie Belastungsstabilität wieder erlangt hat. Dies bedeutet ein erhöhtes Risiko zur Refraktur in den ersten Monaten.
- Evtl. Narbenbildung (Keloid), auch dann, wenn nach der Erstoperation eine blande Wundheilung mit unauffälliger Narbe erreicht wurde
- Die partielle Metallentfernung!!?
- Über zusätzliche Operationen: Achsenkorrektur, Gelenkstoilette, Gelenkmobilisation, Arthroskopie, welche bei der Metallentfernung durchgeführt werden können.

Prinzipielle Überlegungen:

- Die Metallentfernung beginnt bei der Erstoperation. Der Operateur sollte bei der Implantation der Metalle (z.B. Marknagel) bedenken, dass diese wieder entfernt werden müssen (z.B. versenkter Marknagel im Markraum, fehlende Verschlusskappe des Marknagels).
- Bei Verwendung spezieller Implantate muss der Erstoperateur den Patienten auch über mögliche Schwierigkeiten bei der Metallentfernung informieren!
- Auch wenn die Implantation minimal-invasiv über eine kleine Hautinzision erfolgt, kann vielfach die Metallentfernung „maximal-invasiv“ notwendig sein (Marknagel).



- Auch müssen lagerungsbedingte Änderungen im OP-Gebiet berücksichtigt werden - z.B. erfolgt die OS-Marknagelung in Rückenlage und die Metallentfernung meistens in Seitenlage, wodurch die Exposition des Trochanter unter Zugang zum Nagel wesentlich erleichtert ist. Hierbei muss dann aber berücksichtigt werden, dass das proximale Ende des Nagels im Gegensatz zur Implantation wesentlich oberflächlicher liegt. Da der Eintrittspunkt bei den Femurnägeln medial neben dem Trochanter major ist und zeitweise durch eine Kalluskappe nicht sofort zur Darstellung kommt, kann bei zu tiefer (bzw. zu weit medialer) Präparation eine Verletzung des Schenkelhalses oder Femurkopfes resultieren!
- Die Metallentfernung ist vielfach anatomisch wesentlich anspruchsvoller als die Osteosynthese. Durch Narben und Verwachsungen sowie Fixation wichtiger Strukturen ist vielfach keine regelrechte Anatomie vorhanden.
- Am Beginn der Operation erfolgt die exakte Darstellung anatomisch wichtiger Strukturen im gesunden Gewebe proximal oder distal, um eine iatrogene Schädigung von Nerven und Sehnen zu vermeiden (z.B. Nervus radialis am Ober- und Unterarm, Samenstrang nach Symphysen- und Beckenringverplattungen, Sehnen und Nerven am distalen Radius).
- Bei einzelnen Implantaten (Schrauben, Spickdrähten) muss abgewogen werden, ob die Operation über den alten Zugang oder über neuerliche, einzelne Stichinzisionen erfolgt. Auch dies sollte mit dem Patienten vorher besprochen werden. Bei einzelnen Schrauben muss berücksichtigt werden, dass durch Ödem und Hämatom die ehemalige Narbe nicht mehr über dem Kopf der Schraube liegt.
- Am Beginn der Operation sollte die Zahl der zu entfernenden Implantate bekannt sein. Plattenschrauben sollten erst dann entfernt werden, wenn unabhängige Schrauben aufgefunden wurden. Anhand des Röntgens und der Platte kann eine Orientierung und Lokalisation der einzelnen Schrauben erfolgen.
- Bei der Metallentfernung ist nach offenen Frakturen eine Darstellung der vernarbten Faszie häufig schwierig, bestehende Faszienlücken oder Muskelhernien sollten präpariert werden. Nach Spalthauttransplantaten oder Lappenplastiken muss über die Blutversorgung der Hautareale Klarheit vorliegen und die Inzision immer am Rand der Lappen erfolgen.
- Wichtig ist, dass der Schraubenzieher erst dann im Schraubenkopf platziert wird, wenn der Einsatz mit feinen Instrumenten geputzt ist und auch eine evtl.

Kallusüberbrückung der Schraube abgemeißelt wurde. Ansonsten droht das Zerstören des Schraubenkopfes, wodurch die Schrauben mit dem Schraubenzieher nicht mehr entfernt werden können. In diesem Fall kann das Einlegen einer Folie (Verpackung von Nahtmaterial) zwischen Kopf und Schraubenzieher noch ein ausreichender Halt erreicht werden (12).

- Eine nicht mehr gewindefassende, kanülierte Schraube kann nur durch das Anbringen eines axialen Zugs entfernt werden. Dies gelingt durch Einbringen eines Kirschnerdrahtes durch die Schraube und transkutane Ausleitung desselben auf der Gegenseite durch eine Stichinzision. Durch anschließendes Umbiegen und Falzen der Drahtspitze um 180° und Zurückziehen auf die Schraubenkopfspitze kann nach Aufsetzen des kanülierten Schraubendrehers ein axialer Zugang erreicht werden (19).
- Bei der Entfernung voluminöser Implantate muss eine postoperative Nachblutung aus dem Knochen unbedingt berücksichtigt werden. Intraoperativ kann eine Blutstillung durch blutstillende Substanzen (Spongostan oder Knochenwachs) erfolgen. Redondrains sollten immer epifaszial und nicht im Markraum platziert werden.
- Nach der Entfernung von Platten, sollte das Plattenbett lediglich von durch Metallose verändertem Gewebe gereinigt werden. Eine Reinigung des Plattenbettes mit dem scharfen Löffel oder die Entfernung des Kallus bds. am Plattenrand sollte unbedingt unterlassen werden, um nicht vitales, gut durchblutetes Gewebe zu entfernen. Die bei der Knochenbruchheilung gebildeten Knochenbruchspangen müssen unbedingt belassen werden, da diese in der Remodelling eine wichtige Rolle als temporärer Kraftleiter und Kraftabsorber spielen und somit das Refrakturrisiko auf natürliche Weise minimieren (7).
- Bei der Metallentfernung in Lokalanästhesie muss berücksichtigt werden, dass das Periost und der Knochen selbst nur schwer anästhesiert werden können.
- Die Metallentfernung sollte am Ende des OP-Programmes ausgeschrieben werden (Infekt?).
- Präoperativ kann bei der Entfernung einzelner Schrauben oder Drähte die sonographische Untersuchung wertvolle Zusatzinformationen liefern. Durch die typischen Artefakte (Reverberationsechos, Kometenschweifartefakt) können Implantate sicher nachgewiesen werden und ihre Lagebeziehung zu anatomischen Landmarken und knöchernen Strukturen erfasst werden.

Weichteilreaktionen wie: reaktive Bursitis, Tendovaginitis, Flüssigkeitsansammlungen und Infekt lassen sich sonographisch darstellen. Weiter ist die Sonographie in der Planung der Eingriffe und bei der Wahl bezüglich Zugang und Weichteilpräparation hilfreich.

- Bei der Entfernung einzelner Kirschnerdrähte ist die genaue Kenntnis der Anatomie in der Umgebung des Drahtendes ebenso wichtig wie die räumliche Vorstellung über den Verlauf des Bohrdrahtes. Das umgebogene Kirschnerdrahtende kann beim groben Hantieren, Drehen und Reißen zu einer gefährlichen Waffe - ähnlich der eines Angelhakens - werden (21).
- Gebrochene Enden von Verriegelungsschrauben können prinzipiell belassen werden, wenn die Entfernung des Marknagels problemlos möglich ist. Kommt es zu einem Verklemmen zwischen Nagel und gebrochener Schraubenspitze, darf der Nagel nicht mit Gewalt herausgeschlagen werden, da dies zu einer Verletzung der Kortikalis (Längsschlitzung) führen kann. In diesen Fällen wird vom ehemaligen Schraubenloch versucht, mit einem dickeren Steinmann-Nagel die Schraubenspitze durch die Gegenkortikalis durchzutreiben. Gelingt dies, kann durch eine zusätzliche Inzision das Implantat von der gegenüberliegenden Seite entfernt werden.
- Wenn bei der Entfernung von Marknägeln das Aufsetzen des Ausschlaginstrumentariums nicht möglich ist, da kein ausreichender Widerstand erreicht werden kann, muss evtl. erwogen werden, dass der Nagel sich im Knochenkanal mit dreht. In diesem Fall kann durch das ehemalige Verriegelungsloch ein Steinmann-Nagel eingebracht werden und so der Nagel beim Aufdrehen des Ausschlaginstrumentariums fixiert werden.
- Bei der Entfernung gebogener intramedullärer Nägel kann versucht werden, diese intraoperativ geschlossen gerade zu biegen oder durch eine minimale, laterale Inzision für die Fraktur durch mehrere Bohrlöcher mit einem Metallbohrer diesen soweit zu schwächen, dass er dann gerade gebogen werden kann (Ohtsuka).
- Beim Herausschlagen des Nagels ist die Ausschlagrichtung die Verlängerung der Nagelachse. Hebelkräfte sollten vermieden werden. Ausschlaginstrumente mit festem Anschlag (Gewindebolzen sind von Vorteil). Ein sehr festsitzender Nagel kann durch Alternieren des Vor- und Rückschlagens gelockert werden. Rotationsbewegungen sind zu vermeiden, da es hierdurch zu einer Verwindung des proximalen Anteils und zu Implantatbrüchen kommen kann (15).

Metallentfernung bei gebrochenen Marknägeln:

Bei Schaftfrakturen mit verzögerter Heilung oder Pseudoarthrose muss bei der präoperativen Röntgendiagnostik, nach einem Bruch des intramedullären Kraftträgers gefahndet werden. Dieser liegt vielfach auf Höhe der Pseudoarthrose oder auf Höhe eines Verriegelungsloches. Verschiedene Hilfsmittel und Techniken stehen bei der Entfernung hohler Universalnägeln zur Verfügung:

- Nach Entfernen des proximalen Anteiles kann mit speziellen Führungsdrähten (pilzförmig verdicktes Ende, Haken am Ende) und einem entsprechenden Ausschlaginstrumentarium der Nagel entfernt werden. Das distale, hakenförmige Ende kann am Nagelende oder auch in einem der Verriegelungslöcher einhaken.
- Durch Einführen eines zweiten Führungsdrahtes kann versucht werden, den ersten im Nagel selbst zu verklemmen; ebenso kann durch leichtes Vorbiegen des Drahtes mit ausführendem Haken versucht werden, die Eigenspannung des Drahtes zu erhöhen.
- Der proximale Schaftanteil kann bis zum intramedullär liegenden, gebrochenen Nagel weiter aufgebohrt werden, damit sich das proximale Ende nicht im Knochen verkeilt.
- Durch den Nagel kann ein dicker Draht vorgeschoben werden, welcher distal mit einem Instrument nach Aufbohren des Knochenfensters mit 4,5mm Bohrer durch ein Verriegelungsloch gefasst werden kann. Das Ende kann nun mehrfach umgebogen werden, wodurch ebenfalls der Nagel ausgeschlagen werden kann (7).
- Bei Nagelbruch auf Höhe der Pseudoarthrose und bei ausreichender Instabilität kann der gebrochene Nagel auch durch die Pseudoarthrose nach Dekortikation und Fensterung entfernt werden oder im Bereich der Tibia durch eine Längsosteotomie. Dies führt jedoch zu einem zusätzlichen Schaden am Knochen.
- Bei vollen Femur-Titannägeln müssen diese evtl. retrograd mit einem dicken Steinmann-Nagel vom Kniegelenk aus nach proximal geschlagen werden. Hierfür ist eine exakte Einstellung des distalen Endes unter Bildwandler-Kontrolle erforderlich.
- Bei gebrochenen vollen Tibiamarknägeln kann ein hohler Tibiamarknagel mit dem Durchmesser von 11mm, welcher an der Spitze abgeschrägt ist, über dem

gebrochenen Nagel nach Aufbohren eingebracht werden. Der hohle Nagel wird so positioniert, dass der Schlitz mit einem Verriegelungsloch des abgebrochenen Endes korrespondiert. Unter Bildwandler-Verstärkerkontrolle kann ein 1,6mm Kirschnerdraht durch den Schlitz und das Verriegelungsloch gebohrt und außerhalb des Kortex durchtrennt werden. Der hohle Nagel und das gebrochene Ende können so entfernt werden, der Kirschnerdraht biegt sich beim Ausschlagen in der Markhöhle um (4).

- Die Entfernung gebrochener, voller Tibia- und Femurmarknägel kann auch durch entsprechende Ausschlaghaken, welche mit geringem Zeit- und Kostenaufwand selbst hergestellt werden können, erfolgen. Nach Entfernen des proximalen Anteils und Aufbohren der Markhöhle bis zum gebrochenen Anteil kann dieser Haken nun über das Nagelende vorgeschoben werden. Vorher wird nach Erweiterung des distalen Verriegelungsloches der Raum zwischen Kortikalis und Nagel erweitert, so dass ein ausreichender Sitz für den Ausschlaghaken vorbereitet wird. Die Spitze des Hakens muss so zurecht gefeilt werden, dass er in ein Verriegelungsloch des Nagelendes einrasten kann (18).
- Bei vollen Tibia- und Femurmarknägeln wird das Gewinde durch eine Verschlusschraube am Ende der Operation gesichert. Wenn es nun zu einem Bruch dieser Verschlusschraube kommt, das Gewinde im Nagel fest sitzt, kann bei der Metallentfernung versucht werden, dies z.B. mit einem Einzinker, wenn es etwas locker ist, doch herauszubekommen. Ist dies nicht möglich, muss neben dem Nagel ein Kanal präpariert werden (Meißel, Bohrer) über den dann ein Ausschlaghaken eingebracht werden kann. Dieser wird im Verriegelungsloch verankert und über diesen Weg der Nagel extrahiert.
- Von der Firma Synthes wird ein Extraktionsleihset der AO angeboten. Nach Aufbohren des prox. Markraumes bis zum Nagelfragment wird dieses mit einem auf einer flexiblen Welle montierten Extraktionskopf gefasst und entfernt.

Bildwandlerkontrolle - Strahlenbelastung:

Wie bei jeder Osteosynthese unter Bildwandlerkontrolle sollte die Strahlenbelastung (Durchleuchtungszeit) so kurz als möglich gehalten werden. Ist eine Manipulation im OP-Gebiet unter BV-Kontrolle erforderlich, sollten sterile, röntgenundurchlässige Handschuhe vom Operateur getragen werden. Die Entfernung einzelner Implantate (Kirschnerdrähte, Schrauben) unter Bildwandler erfolgt im Idealfall unter axialer Einstellung. Hierbei sollte der Draht punktförmig und ebenso der Schraubenkopf abgebildet werden. Eine Abbildung in zwei Ebenen kann unterlassen werden.

Bei Entfernung von isolierten Lochschrauben kann so unter punktförmiger Einstellung des Schraubenkopfes perkutan ein Führungsdraht bis zum Schraubenkopf vorgeschoben werden. Unter tastenden Bewegungen kann der Draht in die Schraube geschoben werden und so auch perkutan nach Stichinzision diese entfernt werden.

Literatur:

1. Boerger TO, Paetl G, Murphy JP
Is routine removal of intramedullary nails justified?
Injury, 1999, 30 : 79 - 81
2. Black J.
Does corrosion matter
J.B.J.S. 1988: 70 B-N.4: 517 - 519
3. Brown RM., Wheelwright EF., Chalmers J
Removal of metal implants after fracture surgery - indications and complications.
J-R-Coll-Surg-Edinb. 1993; 38 (2): 96 -100
4. Firma A.J., A.J.M.Karthus
Entfernung eines gebrochenen massiven Tibiamarknagels
Unfallchirurg 1998, 101: 235-237
5. Folwaczny E.F, Stürmer K.M.
Unusual Complications during Removal of Intramedullary Nails after Lower Leg Fractures.
Eur J Trauma 2001; 27: 184-190.
6. Hierholzer S.
Metallentfernung: Anmerkung zur Metallurgie und Biokompatibilität
OP-Journal 1998, 14: 4 - 8 Georg Thieme Verlag
7. Huber-Lang M, Bonnaire F, Friedl HP
Metallentfernung am Ober- und Unterarm - der spezielle klinische Fall
OP-Journal 1998, 14: 10 - 18 Georg Thieme Verlag
8. Keith-Kahle W. MD
The Case Against Routine Metal Removal
Journ of Pediatric Orthopaedics 1994: 14: 229 – 237
9. Langkamer V.G., Ackroyd C.E.
Removal of forearm plates - A review of the complications
J.B.J.S (Br) 1990: 72-B: 601 – 604
10. Marwan M., M. Ibrahim
Simple method for retrieval of distal segment of the broken interlocking intramedullary nail
Injury, Int. J. Care Injured 1999, 30: 333-335
11. Müller – Färber J.
Die Metallentfernung nach Osteosynthesen Indikationen und Risiken
Orthopäde 2003: 32: 1039-1058
12. Ohtsuka H, Yokoyama K, Tnegawa M, Higashi K, Itoman M.
Technique for Removing a Bent Intramedullary Femoral Nail: A Case Report
J Orthop Trauma 2001, Vol. 15, Nr. 4: 299-300
13. Pattison G, Reynolds J, Hardy J.
Salvaging a stripped drive connection when removing screws

- Injury 1999, 30: 74 – 75
14. Petravic B, Becker Ch.
Metallentfernung nach Osteosynthesen am Handskelett
OP - Journal 14, 1998: 20 – 22
 15. Rommelmann P, Rüländer C, Bömmer T, Hierholzer G.
Metallentfernung am Oberschenkel
OP - Journal 14, 1998: 34 – 39
 16. Sanderson P.L., Ryan W., Turner P.G.
Complications of metalwork removal
Injury 1992: 23, (1), 29-30
 17. Schmalzried T., Grogan T., Neumeier P, Dorey F.
Metal removal in a pediatric population: Benign procedure or necessary evil?
J Pediatr Orthop 1991: 11: 72 – 76
 18. Schmidgen A., Naumann O., Wentzens A.
Einfache und schnelle Methode zur Entfernung abgebrochener, unaufgebohrter Tibianägel
Unfallchirurg 1999: 102: 975 –978
 19. Schmitz M, Meenen N.M.
Spezielle Technik zur Materialentfernung nicht mehr gewindefassender kanülierter Schrauben.
OP - Journal 14, 1998: 63 – 64
 20. Sohlberg R, Abraham E.
Tibia fracture caused by a broken screw during interlocking intramedullary nail extraction.
Orthopaedics 1995, 18 – 575
 21. Strube HD, Humberg HJ
Komplikationsmöglichkeiten bei der Materialentfernung im Zusammenhang mit der Anwendung von K-Drähten.
OP - Journal 14, 1998: 76 – 81
 22. Townend M, Parker P
Metalwork Removal In Potential Army Recruits. Evidence – Based Changes To Entry Criteria
J R Army Med Corps, 2005, 151: 2-4

Fragen:

- 1) Benenne 5 absolute und 5 relative Indikationen zur Metallentfernung
- 2) Welche wesentlichen Punkte sprechen **für** und welche **gegen** eine Metallentfernung?
- 3) Nenne typische Risiken eines operativen Eingriffes
- 4) Nenne fünf wesentliche Punkte, die bei der Vorbereitung und Planung einer Metallentfernung zu berücksichtigen wären
- 5) Welche Punkte sprechen **für** und welche **gegen** eine Plattenentfernung im Bereich des Unterarmschaftes?