

# 1

## 上肢の手術に必要な 基本的な解剖

松浦佑介

### 手

#### 手関節 (図1)

手関節は手関節の屈曲伸展・橈尺屈に関与する橈骨手根関節，手根中央関節，豆状三角骨関節から形成される。

#### 橈骨手根関節 (radiocarpal joint, wrist joint)

橈骨と近位手根骨がつくる橈円関節。橈骨の遠位面とその尺側に続く三角線維軟骨複合体 (triangular fibrocartilage complex ; TFCC) が関節窩となり，舟状骨，月状骨，三角骨が関節頭となる。関節包の掌側と背側は頑強な橈骨手根靭帯で，内側と外側は手根側副靭帯で補強される。関節腔は遠位橈尺関節の関節腔に隣接するが，両者はTFCCで隔てられている。

#### 手根中央関節 (midcarpal joint)

近位手根骨間，遠位手根骨間に形成される手根間関節は，関節内の骨間手根間靭帯により，その運動が著しく制限される。一方で，近位手根列と遠位手根列の間にできる手根中央関節には可動性があり，手関節の運動に寄与している。この複関節の外側部は舟状骨が遠位に凸となって大・小菱形骨と関節し，内側部は有頭骨と有鉤骨が近位に凸となって舟状骨，月状骨，三角骨と関節する。

#### 豆状三角骨関節 (pisotriquetral joint)

近位手根骨列にある三角骨と豆状骨との間にある平面関節である。豆状骨は三角骨とゆるく関節を形成し，尺側手根屈筋の種子骨として機能している。

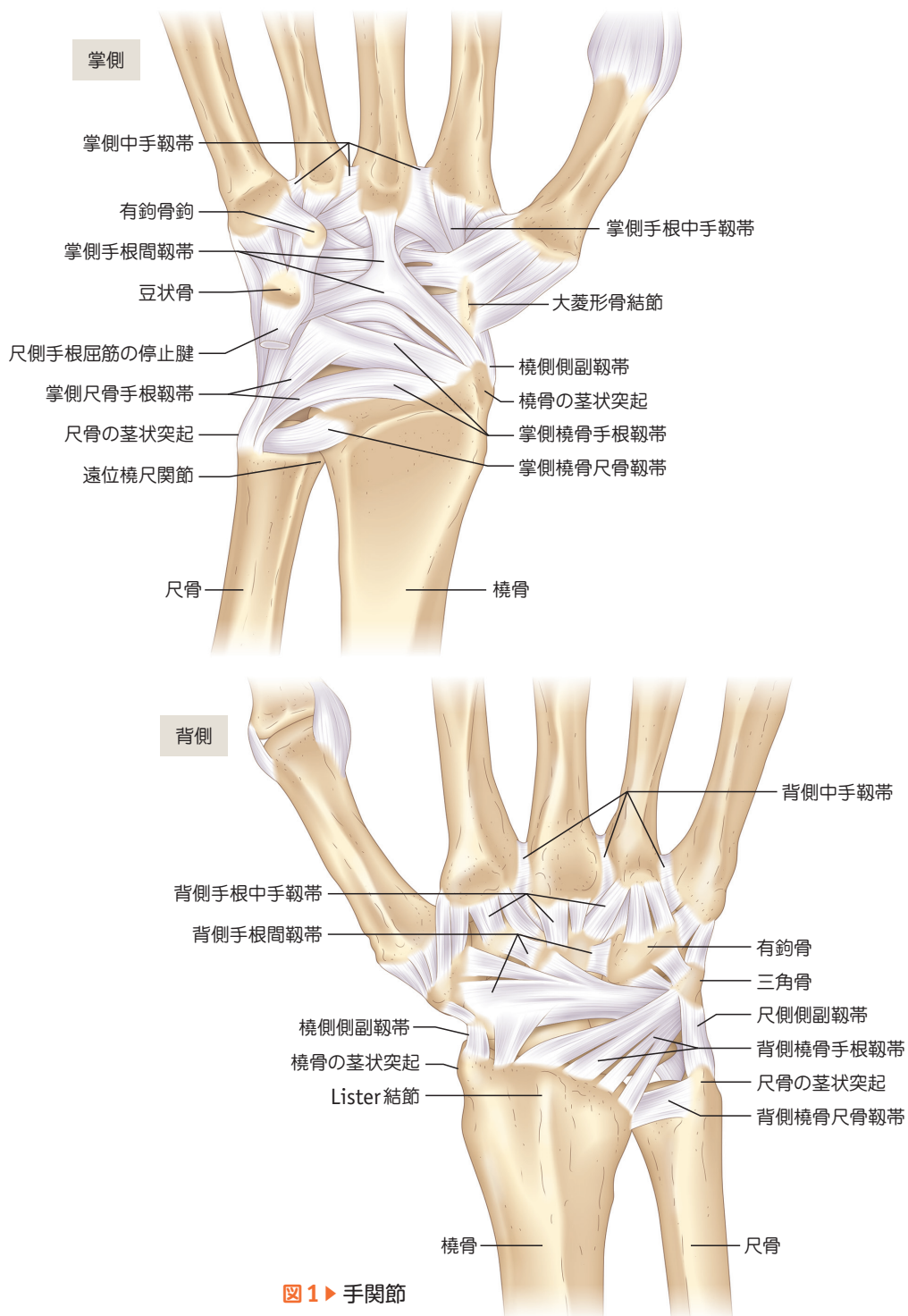


図1 ▶ 手関節

### 手関節の運動

手関節は、橈骨手根関節と手根中央関節の協同作用により、掌屈85°、背屈85°、橈屈25°、尺屈55°の可動域を持つ。掌屈では橈骨手根関節が、背屈では手根中央関節が可動域の過半数を占める。



図1▶ 手術器具

なるため、筆者は小さな二爪筋鉤とともに愛用している。

- モスキート鉗子(曲)

- 形成剪刀

曲がりのものは組織の剥離や切開に、直のものは糸を切るのに用いる。

- 整復鉗子(骨把持鉗子・コッヘル鉗子など)

手指骨は小さく皮質も薄いため、整復操作によって医原性の新規骨折をきたすリスクがある。そのため、整復操作で骨を把持するには細心の注意が必要である。コッヘル鉗子は先端に鉤がついており、組織を把持する面は刻み目構造となっている。小さい骨片を把持したり、整復位を保持する際は先端の「有鉤」の部分を用い、手指骨の骨幹部を把持して整復する場合は刻み目の「面」の部分を使用するとよい。面で骨を把持することで、把持している部分にかかる力を分散することができ、粗鬆骨を扱う際の医原性骨折のリスクも軽減できる(図2)。

- 血管テープ

動脈や神経を保護する際に使用する。

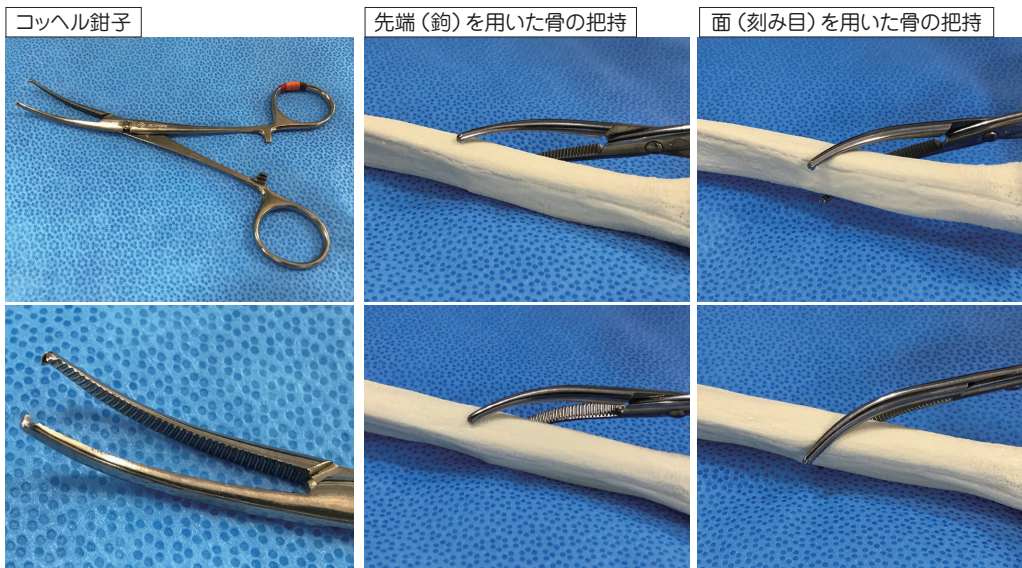


図2 ▶ コッヘル鉗子の特徴

- 双極式電気メス (バイポーラ)

- ドリル手術用電動工具

バッテリー式のもの操作性がよい。手指の骨折ではKirschner 鋼線 (K-wire) を用いる場合が多いため、ピンドライバーのハンドピースがあるものを使用する。

- K-wire

当院では0.8~1.5mm径のK-wireを準備している。

- 手術用ルーペ

指神経や指動脈を確認するため、観血的手術の際はルーペを使用したほうが安全である。経皮的鋼線刺入固定術の際は不要である。

- 駆血帯

手部 (中手骨やMP関節) で使用する際は上腕部に駆血帯を装着する。指節骨骨折の場合は手術用手袋やネラトンチューブで代用が可能である (図3)。

- 手術用透視装置

### 症例ごとの適切なアセスメント

疾患の情報の項でも述べましたが、手指の骨折治療の原則は「保存療法」です。手指骨は全周を手指の運動および安定性に関与する滑走組織で覆われて、手術侵襲やインプラントとの干渉によって術後に癒着や可動域制限をきたすリスクが高いです。そのため、症例ごとの背景を考慮した治療計画の立案が非常に重要となります。同様の骨折であっても、「ADLの低い高齢者の非利き手」と「早期競技復帰を希望するスポーツ選手の利き手」では治療方針は大きく異なってきます。まずは手術の絶対的適応の有無を適切に評価し、患者背景を詳しく聴取した上で最適な治療方針を決定できるようになりましょう。

### 手指の骨折の治療成績の向上にはリハビリテーションの併用が必須

手指の骨折の診療では、いかに可動域制限などの後遺症を残さないかが治療成績に大きく関わってきます。そのためには術後や保存療法中のリハビリテーション（運動療法・可動域訓練）が重要となります。骨折部の転位を心配して十分なリハビリテーションを行わなかった結果、骨癒合は得られたが手指の拘縮をきたすようでは本末転倒です。「リハビリテーションは作業療法士に任せればよい」というスタンスではなく、医師自身で患者に適切なアドバイスができるようリハビリテーションの技術や知識も身につけていきましょう。

### ピンニング技術の向上

手指の骨折の手術では整復後の骨折部の固定・仮固定にK-wireを使用します。手指は骨自体が小さいため、何度もピンニングを繰り返すと医原性の骨折を生じたり、刺入位置が悪いと仮固定したK-wireが内固定材料（スクリューやプレート）と干渉してしまいます。そのため、狙った位置に正確にピンニングができるかが手術の成否を分けるといっても過言ではありません。K-wireの刺入角度がきついと先端が滑り、うまく皮質をとらえることができないため、まずはじめに刺入部の皮質に垂直に近い角度でとっかかりを作製し、その後にK-wireを傾けながら刺入していくとよいです（図22）。

さらに、手指用のK-wireは0.8～1.5mm径の細いものを使用するため過度な力を加えるとK-wireがしなり、予想外の方向に刺入されてしまいます。そのため、刺入の際はK-wireがしならないようドリルから突出するK-wireの長さを短くしたり、適切な力を加えてK-wireを刺入していく必要があります。正確なピンニング技術が習得できるようピンニングを行う際は、常に角度や力加減を意識して技術の向上に努めていきましょう。

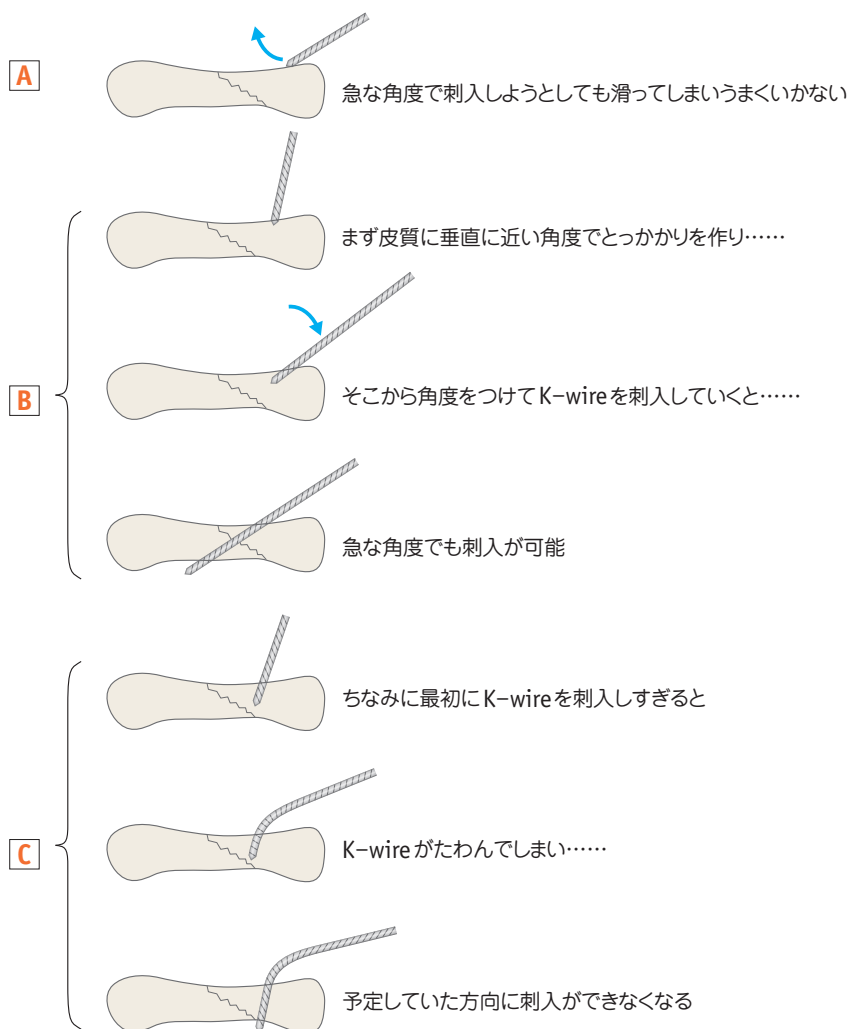


図 22 ▶ K-wire 刺入のコツと注意点

A: 刺入角度が急すぎて滑ってしまう悪い例

B: まず垂直に近い角度で皮質にとっかかりを作製し、その後角度を調整して刺入する良い例

C: とっかかりを作製した際に深く刺入しすぎると、その後の角度調整でk-wireがたわんでしまう悪い例

#### 参考文献

- 1) 田島達也: 深部組織損傷に対する選択的修復法. 臨床整形外科全書 第6巻. 名倉重雄, 他編. 金原出版, 1965.
- 2) 田崎憲一: 骨折治療の基本方針. 手の外科の要点と盲点. 岩本幸英, 他編. 文光堂, 2007.
- 3) 新潟手の外科研究所: 第36回・37回 新潟手の外科セミナー・テキスト, 2018.
- 4) Vögelin E: Ultrasonography: the third eye of hand surgeons. J Hand Surg Eur, 2020; 45(3): 219-25.

また、このときにプレートの位置ばかり気にしないで、プレートの下にPQやFPL腱が挟まり込んでいないことを十分に確認する。筆者らはFPL腱がプレートと骨の間に挟まっていた症例を紹介された経験が複数ある。

### スクリューによる固定

次にスクリューで固定していく。本症例では、PTの整復位が良好であるため、近位スクリューから固定した。骨幹部の楕円ホールにcortical screwを挿入し、プレートを骨幹部に圧着する。プレート圧着鉗子を尺側2穴目のスクリューホールに固定してプレートと遠位骨片を圧着。その際、透視装置で確認しながら背側の圧縮子が適切に橈骨遠位部をとらえ、PTが矯正されるように力を加えることが重要である(図13)。さらにdie punch骨片が十分に圧着されるように注意する。この段階で、die punch骨片の整復位が不十分である場合は、背側アプローチを追加することなどで対応する。このプレートを圧着する操作がプレートの浮き上がりによる屈筋腱断裂や手根管症候群の発生を防止する上で非常に重要である。

まずは、keyとなる尺側遠位のスクリューを挿入する。ドリルを挿入し、その状態で、ドリルが適切な位置に挿入されているか透視装置で確認する(図14)。この位置がプレート固定の精度を決定する。もし適切でなければ、ドリルガイドを変換式用にするか、プレートの位置を再考する。ここを妥協すると失敗する。

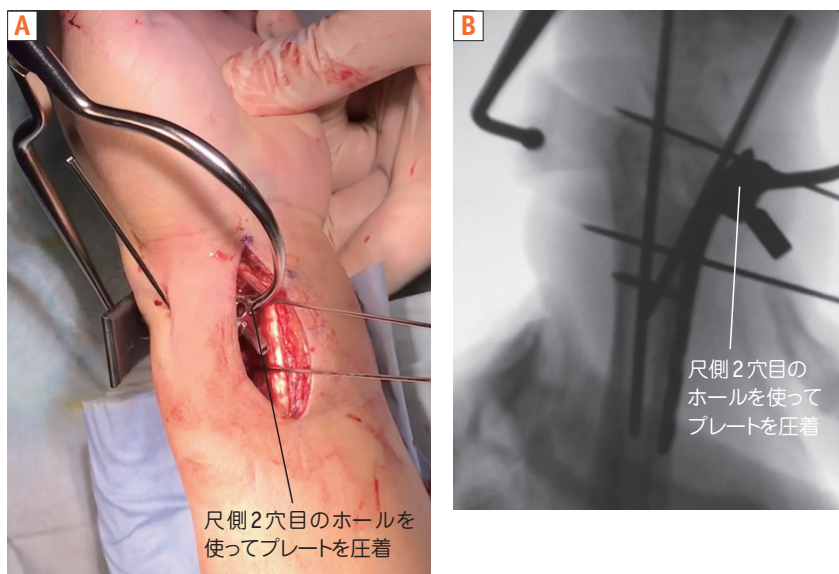


図13▶ プレートと遠位骨片の圧着

A: 尺側2穴目のホールを使って圧着する

B: 透視装置で遠位骨片を確実に圧着しPTを整復する

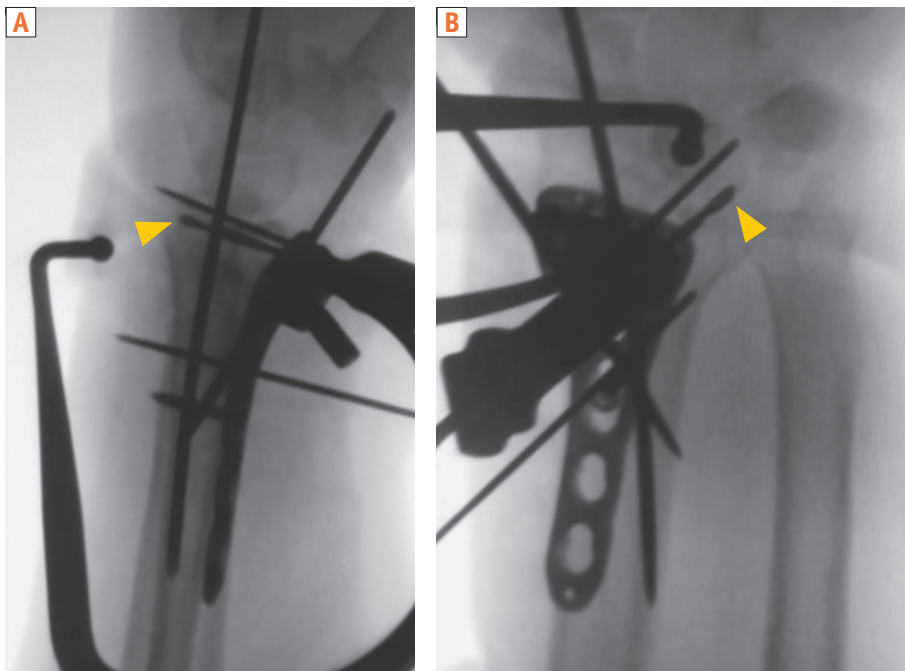


図 14 ▶ 第一スクリュー挿入位置のチェック

ドリル先端(矢頭)の位置を透視装置で様々な角度から確認する。

A: 橈骨手根関節内穿孔の有無, 軟骨下骨を十分に支えているかチェックする

B: 遠位橈尺関節 (distal radioulnar joint: DRUJ) 内穿孔の有無をチェックする

#### スクリューの適切な位置とは

- ① 軟骨下骨を確実にとらえている (4mm 以内であればよいことになっているが, 骨粗鬆症が強く軟骨下骨が薄い患者はさらに許容範囲は狭い)。
- ② 十分に尺側をとらえている (die punch 骨片を 2 本スクリューがとらえられるだけ尺側にある)。
- ③ 橈骨手根関節・遠位橈尺関節にスクリューが突出していない。

の 3 点である。その際, スクリューが背側皮質骨を穿破することがないように注意する (P. 106 「大切なこと 2」 参考)。

第一スクリューが適切に挿入できたら, 圧着鉗子をつけたまま, 残りの遠位スクリューを挿入していく。可変式で挿入する予定の尺側 2 穴目と尺側 2 列目以外のスクリューを挿入したら, 近位 locking screw を挿入する。

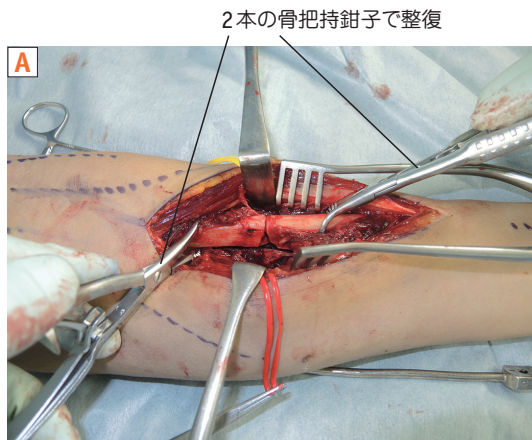
最後に圧着鉗子を外し, ガイディングブロックを外して, 尺側 2 穴目のスクリューホールから die punch 骨片に向けてドリルを刺入し, スクリューで固定



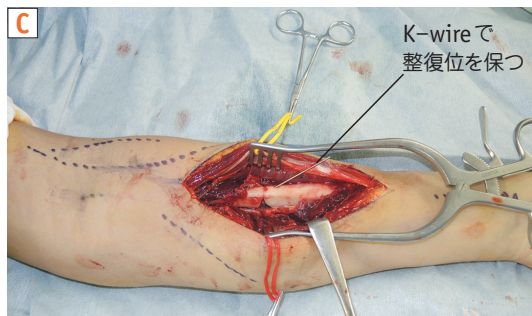
## 整復位の保ち方

横骨折では、Kirschner 鋼線 (K-wire) を骨片間に刺入し整復位を保つ (図 8C)。

楔状骨折では、楔状骨片を主骨片のどちらか一方にラグスクリュー固定する。ラグスクリューの挿入位置は、骨把持鉗子で楔状骨片と主骨片を挟んで整復し安定する場所とする (図 8D)。



横骨折では、骨折部から離れた場所で骨把持鉗子を用いて整復する。



K-wireを用いて整復位を保持する。

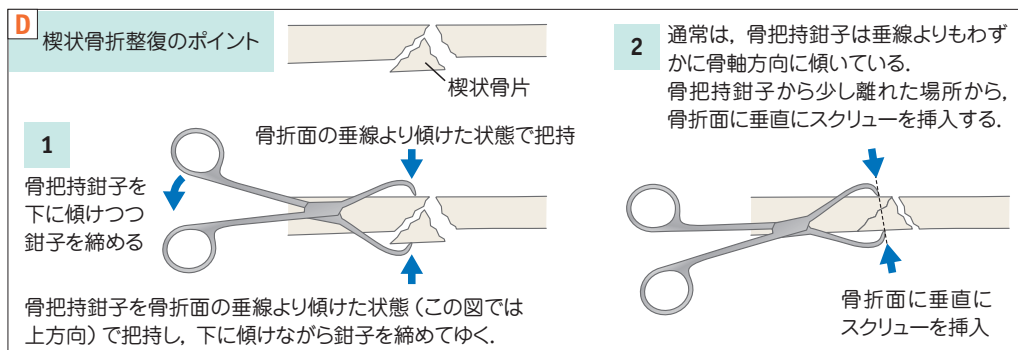
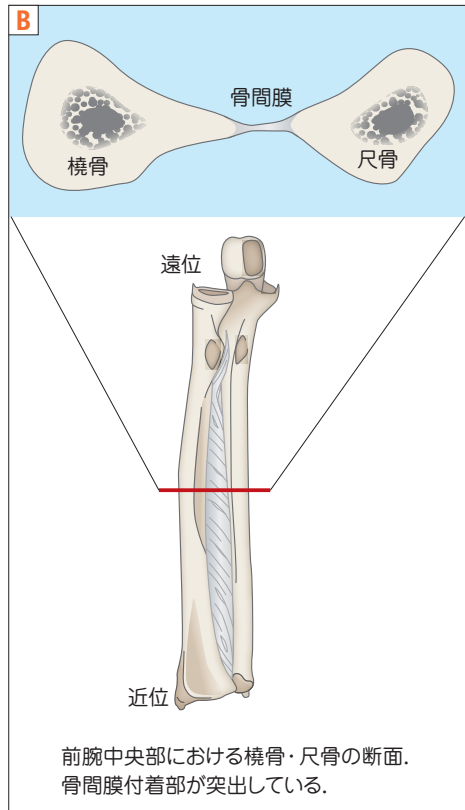


図 8 ▶ 整復のポイント

## 内固定

プレート設置に際しては、プレート両端のスクリーが骨の中心に挿入されるようにする。スクリーが片方の骨皮質にのみ挿入されると固定力が低下する(図9A)。

プレートの穴からイメージ像でスリーブの穴が正円になるように調整し、スクリーが骨中央に挿入されるようにする(図9B)。スリーブ越しにK-wireを刺入してプレートを仮固定する。

プレートをを用いて圧迫をかける直前にK-wireを抜去する。骨片がスライドした際にK-wireを入れたままだと、スリーブと干渉してK-wireが破損することがある(図9C)。

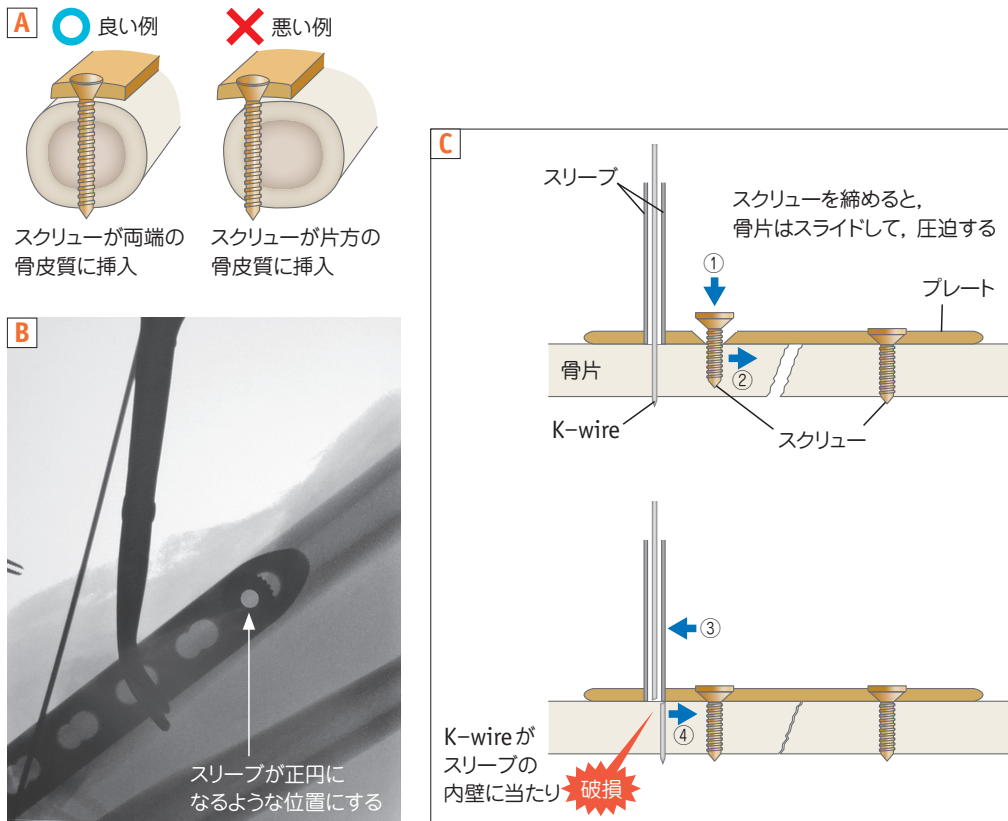


図9 ▶ プレート内固定のポイント

A: スクリューの正しい挿入位置

良い例 → スクリューが骨の中心に挿入されており、2皮質貫通している。

悪い例 → スクリューが片方の骨皮質に挿入されている。

B: イメージ像でプレート両端のロッキングスリーブが正円となるようにする

C: K-wireの破損に気を付ける

① スクリューを締め付けると、② 骨片はスライドし圧迫される。

③ 骨片に対してプレート・スリーブもスライドするため、④ K-wireがスリーブの内壁に当たり破損する。