

小児上腕骨顆上骨折に対する鋼線固定方法の検討

札幌徳洲会病院 整形外科外傷センター

佐藤 和生・斉藤 丈太

要旨 当院で手術を行った Smith-阿部分類ⅢおよびⅣ型の上腕骨顆上骨折 91 例について、骨折型と鋼線刺入方法について検討した。交差刺入群が 87 例で、うち 1 例に尺骨神経麻痺を認めたが、交差刺入は骨折型によらず良好な固定が得られると考えられた。尺骨神経麻痺を予防するには、内側刺入時には肘関節を軽度伸展位にし、尺骨神経が触知できない場合は小切開を入れるなどの工夫と丁寧な手術操作が必要である。外側刺入群は 4 例で、そのうち 2 例で矯正損失を認め、鋼線の位置不良がその原因と考えられた。外側刺入では鋼線どうしの距離が十分広くなるよう、刺入位置にはより厳密な注意が必要である。刺入方法の選択には骨折型を考慮する必要がある、各刺入方法の利点と欠点をよく理解しておくことが重要である。

序文

小児上腕骨顆上骨折に対する内固定法は鋼線固定法が主流であり、我々は主に交差刺入を行っている。刺入方法についてははまだ議論の余地のあるところであり、交差刺入での医原性尺骨神経損傷の懸念から外側刺入を推奨する報告も多い。一方外側刺入では、尺骨神経麻痺は回避できるが固定力に懸念があるという見解もある。今回当院の症例を通して、医原性尺骨神経麻痺や矯正損失などの合併症とそれに関わる鋼線の刺入方法について、骨折型も加味して検討した。

対象と方法

対象は 2011 年 4 月から 2017 年 3 月までの 6 年間に当院で手術治療を行い、骨癒合まで経過観察可能であった Smith-阿部分類ⅢおよびⅣ型の上腕骨顆上骨折症例 91 例。男児 51 例、女児 40 例、平均年齢 6 歳 4 か月(1~12)、平均経過観察期間は 15.4 か月(2~49)であった。手術は骨折部を展

開する必要がある症例もしくはその可能性が低いものは仰臥位で行い、それ以外は側臥位で行った。交差刺入で内側から鋼線を刺入する際、肘は軽度伸展位で、触診で十分尺骨神経を触れるものは尺骨神経を触れながら慎重に皮膚に刺入し、かつ鋼線の先端を骨皮質の前縁から少しずつ後方に滑らせるようにずらして後方寄りの位置から刺入しないよう注意して刺入した。また、腫脹が強くて触診のみでは尺骨神経の位置確認が確実にできない場合は内側に小皮切を入れて刺入部に尺骨神経がないことを確認して刺入するなどの工夫をした。術後は術直後もしくは数日以内にギプス固定を行った。ギプス固定期間は 3~5 週で、その後必要に応じてシーネなどの追加固定を短期間併用した。

鋼線を内側からも刺入した症例を交差群、内側から刺入していない症例を外側群とし、骨折型、鋼線の刺入方法、術後の医原性尺骨神経麻痺と矯正損失の有無について調査した。骨折型は、内側皮質に粉碎骨片を伴うものと、それ以外は骨軸に

Key words : supracondylar fracture(上腕骨顆上骨折), cross pinning(交差刺入), lateral entry pinning(外側刺入), ulnar nerve injury(尺骨神経麻痺), fracture type(骨折型)

連絡先 : 〒 004-0041 北海道札幌市厚別区大谷地東 1 丁目 1-1 札幌徳洲会病院 医局 佐藤和生 電話(011)890-1110
受付日 : 2018 年 1 月 11 日

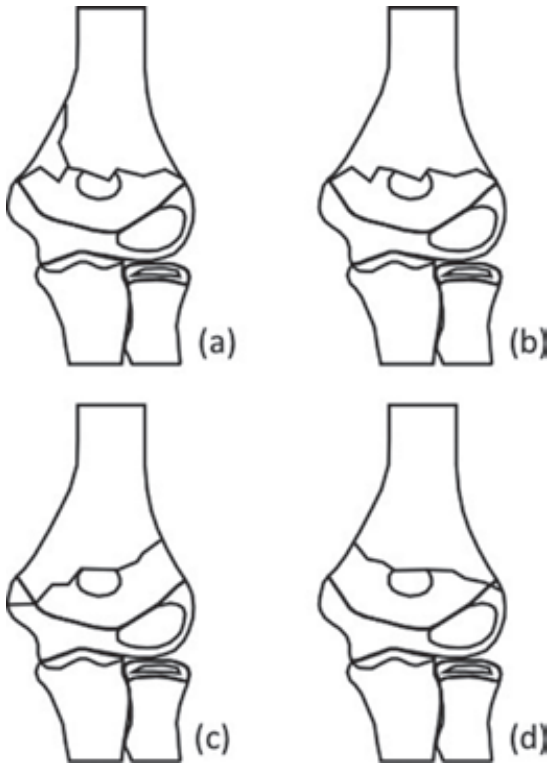


図 1. 骨折型
 a: 内側粉碎骨折
 b: 横骨折
 c: 外側斜骨折
 d: 内側斜骨折

対する垂線と骨折線のなす角度を計測し、10°以上の角度をもって近位外側から遠位内側に及ぶものを外側斜骨折、近位内側から遠位外側に及ぶものを内側斜骨折、角度が10°に満たないものを横骨折とした(図1)。矯正損失については、過去の報告に倣い X 線正面像で術直後と最終経過観察時における Baumann 角の変化量が12°を超えるもの、側面像で anterior humeral line と上腕骨

表 2. 合併症症例一覧

症例	合併症	年齢	性別	骨折型	鋼線固定方法	BA			TA			経過
						術後	再手術時	最終	術後	再手術時	最終	
1	尺骨神経麻痺	5	M	横骨折	交差	78		79	39		41	完全回復
2	矯正損失	9	M	横骨折	交差	77		78	54		75	経過観察・癒合
3	矯正損失	4	M	外側斜骨折	交差	71		85	42		40	経過観察・癒合
4	矯正損失	2	F	横骨折	外側	79	86	82	45	27	34	再手術
5	矯正損失	6	M	外側斜骨折	外側	67	79	67	30	13	20	再手術

* BA : Baumann angle TA : Tilting angle

表 1. 骨折型と鋼線刺入方法の内訳

	内側粉碎型	横骨折	外側斜骨折	内側斜骨折	合計
交差群	20	32(1)	34(1)	1	87(2)
外側群	0	2(1)	1(1)	1	4(2)
合計	20	34(2)	35(2)	2	91(4)

* ()は矯正損失症例数

小頭骨化核のアライメントがずれたものを矯正損失と評価した。

結果

交差群は87例、外側群は4例であった。骨折型は内側粉碎骨折が20例、横骨折が34例、外側斜骨折が35例、内側斜骨折が2例であった(表1)。医源性尺骨神経麻痺は交差群で1例のみ認められた(1.1%)。矯正損失は交差群と外側群両群において横骨折、外側斜骨折でそれぞれ1例ずつ、計4例認めた(表1)。矯正損失を来した症例のうち、交差群の症例2例は、いずれも経過中に鋼線が部分的に抜けてきてしまった症例であったが、矯正損失を許容範囲と考えそのままギプス固定を継続し、骨癒合が得られた。外側群の症例2例は2例とも術後1週目の X 線写真で矯正損失が生じており、再手術を行った。再手術の際は交差刺入に変更した。その後は矯正損失なく骨癒合が得られた(表2)。

症例提示

症例 1: 5歳、男児。ジャングルジムから転落し、Smith- 阿部分類Ⅲ型の右上腕骨顆上骨折を受傷。骨折型は横骨折であった。当日徒手整復を行い、



図2. 症例1: 5歳, 男児. 交差刺入を行った. 内側に5 mm程度の小皮切を入れ, 皮下を鈍的に剝離して鋼線を挿入したが, 術後尺骨神経麻痺を認めた. 5か月で麻痺は完全回復した.

- a: 受傷時
b: 鋼線固定施行時
c: 抜釘時

翌日経皮的鋼線固定術を施行. 外側から鋼線を2本刺入した後, 肘を軽度伸展位にして内側に5 mm程度の小皮切を入れ, モスキートで皮下を鈍的に剝離して鋼線を刺入した. 術後, 尺骨神経完全麻痺が出現したが, 保存的に経過観察を行った. 術後4週で骨内異物除去を施行し, 術後約5か月で麻痺は完全に回復した(図2).

症例5: 6歳, 男児. 木登り中に落下し, Smith-阿部分類IV型の左上腕骨顆上骨折を受傷. 骨折型は15°の外側斜骨折であった. 当日, 徒手整復を行い, 翌日経皮的鋼線固定術を施行した. 外側から鋼線を2本刺入し, 術後は肘関節屈曲位でシーネ固定とし, 手術翌日にギプス固定としたが, 術後1週間で矯正損失を生じた. 交差刺入法による再手術を施行し, その後は合併症なく骨癒合が得られた(図3).

考 察

上腕骨顆上骨折に対する鋼線固定法は, 交差刺入と外側刺入のどちらがよいかいまだ結論が出ていない. Ziontsらは, 交差刺入と3通りの外側刺入を比較し, 交差刺入が最も固定力が高かったと報告しており¹²⁾, 我々も主に交差刺入を行ってきた. 近年では外側刺入を推奨する報告が多く³⁾⁶⁾¹⁰⁾, 固定力も十分とされている. 交差刺入と外側刺入を比較したSystematic reviewでは, Brauerらは尺骨神経麻痺の発生率は交差刺入で高く, 矯正損失は外側刺入で多かったと報告している²⁾. 一方, Dekkerらはやはり尺骨神経麻痺は交差刺入



図3. 症例2: 6歳, 男児. 鋼線を外側から2本挿入したが, 術後1週で伸展転位を来した. 交差刺入での再手術を行い, 骨癒合が得られた.

- a: 受傷時
b: 初回手術術後
c: 1週後, 矯正損失時
d: 再手術術後

で多いが, 矯正損失の発生率は2群間で差がなかったと報告している³⁾. いずれの方法も利点・欠点があり, その点をよく理解して刺入方法を選択すべきである.

交差刺入に関して, 医原性尺骨神経麻痺の合併が最大の懸念であるが, その発生率は0~11%と報告によって差があり⁵⁾, これを減らすためにいくつかの指摘がされている. 肘関節90°以上の屈曲位で尺骨神経が内側上顆を乗り越え前方に移動する頻度は, 0~5歳で17.7%, 6~10歳で7.7%と報告されている¹¹⁾. Skaggsらは, 屈曲位刺入で尺骨神経麻痺の合併率が高かったので, この刺入は避けるべきと報告している⁹⁾. また, 医原性の尺骨神経麻痺は直接損傷でなくても, 術中操作や肘部管内での圧迫などでも生じるため⁸⁾, Kocherらは1.5~3 cmの小切開で, 尺骨神経を確認して刺入する方法がより安全であると述べている⁷⁾. ただ, 小切開を入れれば安全というわけではなく, 自験例のようにstab incisionで盲目的に皮下を鈍的に操作して障害を生じる可能性もある. 小切開を入れる場合, 筋鉤による圧迫等にも

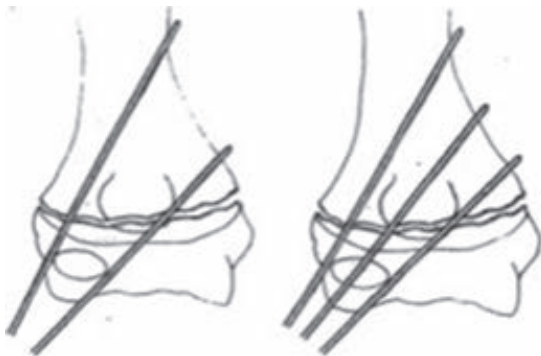


図4. 外側から刺入する場合、鋼線の間が十分に広がるよう divergent に挿入する。1本は外側 column, 1本は内側 column を通るように入刺する。場合によっては3本刺入することで固定力が上がる(図は文献10)より引用)。

注意しながら刺入部まで丁寧に展開する必要がある。また、尺骨神経は内側上顆の後方に存在するため、後方寄りからの刺入も避ける必要がある。我々はこれらのことに配慮して、医原性尺骨神経麻痺の発生に十分注意した結果、1例に一過性の神経麻痺を発症したが改善した。

外側刺入に関して、固定力を最大に発揮するには鋼線の刺入位置が重要である。Skaggsらは外側刺入例124例で、2本の鋼線どうしの間を広くとり、うち1本は medial column を通るように入刺することで十分な固定力が得られると報告している(図4)。当然医原性尺骨神経麻痺の合併はなく、Baumann角の変化量も最大7°であり、再手術症例もなかったとして、固定力不足の原因は不適切な刺入方法という技術的な問題であると論じている¹⁰⁾。刺入する鋼線に必要な十分な固定力を発揮させるために、刺入方向は divergent させ、内外側 column を確実に意識して刺入する必要がある。提示した症例5においても、2本の鋼線は共に central column を通過しており、鋼線どうしの距離は十分ではなかった。外側刺入は尺骨神経麻痺を回避できるが、刺入位置に関してはより厳密な操作が必要である。

骨折型に関しては、内側斜骨折は他の型と比較すると少なかったが、これは肘関節の生理的外反と受傷時の肢位が関係していると考えた。生理的

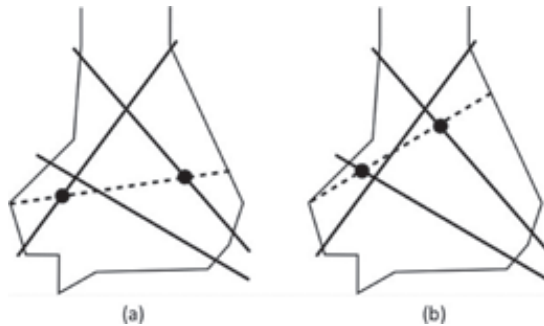


図5. 骨折型による鋼線間距離の傾向

(a)横骨折の場合 (b)外側斜骨折の場合

刺入位置や刺入角度などによっても異なるが、骨折部における鋼線間距離は、横骨折では交差刺入の方が広くなりやすく外側斜骨折では外側刺入の方が広くなりやすい(図は文献4)より簡略化して引用)。

外反のため外力は外側に抜けて外側斜骨折となる傾向があるが、内反方向に外力が作用すると尺骨が内顆に衝突して内側の粉碎骨片を伴うのではないかと考えた。

骨折型と鋼線刺入方法について検討した。外側斜骨折ではその角度が大きくなると交差刺入よりも外側刺入の方が骨折部における鋼線間距離が広がる傾向があり、その境目は9.5°であると報告されており⁴⁾(図5)、Bahkらもこの観点から外側斜骨折に対しては外側刺入に利があると述べている¹⁾。逆に内側斜骨折や内側粉碎型では、外側刺入のみで至適位置に鋼線を刺入することは困難であり、交差刺入に利がある。また横骨折でも、骨折線の位置によっては、外側刺入のみでは、鋼線間距離を十分に確保して divergent に確実に対側皮質を捉えるのは物理的に難しい。

我々は2例の交差群で矯正損失を経験したが、いずれも鋼線が早期に抜けてしまったという手技上の問題であった。これを除くと、内側粉碎骨折においても外側斜骨折においても矯正損失は認めなかった。交差刺入はさまざまな骨折型に対しても良好な固定力が得られるものと考えた。

本研究の結果を踏まえ、鋼線刺入方法と適応になる骨折型を示した(表3)。外側刺入は尺骨神経に留意する必要はないが、鋼線の刺入位置をより厳密にしないと十分な固定性は得られず、適応を

表 3. 各鋼線刺入方法とその適応

	内側粉碎型	横骨折	外側斜骨折	内側斜骨折
交差刺入	○	○	○	○
外側刺入	×	○	○	×

○：適当 ×：不適

よく考える必要がある。

本研究では外側刺入例は4例しかなく、外側刺入に関する十分な検討はできなかった。本研究はSmith-阿部分類ⅢおよびⅣ型のみを対象としたが、Smith-阿部分類Ⅱ型のような安定型骨折に対しては内側鋼線刺入の必要性は高くなく、外側刺入の利点が活かせるかもしれない。近年は外側刺入が推奨される傾向があり³⁾⁶⁾¹⁰⁾、今後の検討課題としていきたい。

上腕骨顆上骨折に対する鋼線刺入方法はいろいろあり、術者はそれぞれ利点・欠点をよく理解しておく必要がある。

結 語

交差刺入は骨折型によらず良好な固定が得られるが、尺骨神経損傷を回避するため細心の注意と丁寧な手術操作が必要である。外側刺入を行う場合は、鋼線間距離を十分にとり固定性を確実にするように刺入位置はより厳密な正確性が必要であり、難度は高い。鋼線刺入方法の選択には骨折型を考慮する必要があり、各鋼線刺入方法の利点と欠点をよく理解しておくことが重要である。

文献

- 1) Bahk MS, Srikumaran U, Ain MC et al : Patterns of pediatric supracondylar humerus fractures. *J Pediatr Orthop* **28** : 493-499, 2008.
- 2) Brauer CA, Lee BM, Bae DS, Waters PM et al : A systematic review of medial and lateral entry pinning versus lateral entry pinning for supracondylar fractures of the humerus. *J Pediatr Orthop* **27** : 181-186, 2007.
- 3) Dekker AE, Krijnen P, Schipper IB : Results of crossed versus lateral entry K-wire fixation of displaced pediatric supracondylar humeral fractures : A systematic review and meta-analysis. *Injury* **47** : 2391-2398, 2016.
- 4) Feng C, Guo Y, Zhu Z et al : Biomechanical analysis of supracondylar humerus fracture pinning for fractures with coronal lateral obliquity. *J Pediatr Orthop* **32** : 196-200, 2012.
- 5) Green DW, Widmann RF, Frank JS, Gardner MJ : Low incidence of ulnar nerve injury with crossed pin placement for pediatric supracondylar humerus fractures using a mini-open technique. *J Orthop Trauma* **19** : 158-163, 2005.
- 6) Howard A, Mulpuri K, Abel MF, Braun S et al : The treatment of pediatric supracondylar humerus fractures. *J Am Acad Orthop Surg* **20** : 320-327, 2012.
- 7) Kocher MS, Kasser JR, Waters PM, Bae D et al : Lateral entry compared with medial and lateral entry pin fixation for completely displaced supracondylar humeral fractures in children. *J Bone Joint Surg Am* **89** : 706-712, 2007.
- 8) Omid R, Choi PD, Skaggs DL et al : Supracondylar humeral fractures in children. *J Bone Joint Surg Am* **90** : 1121-1132, 2008.
- 9) Skaggs DL, Hale JM, Bassett J, Kaminsky C et al : Operative treatment of supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg Am* **83** : 735-740, 2001.
- 10) Skaggs DL, Cluck MW, Mostofi A, Flynn JM et al : Lateral-entry pin fixation in the management of supracondylar fractures in children. *J Bone Joint Surg Am* **86** : 702-707, 2004.
- 11) Zaltz I, Waters PM, Kasser JR : Ulnar nerve instability in children. *J Pediatr Orthop* **16** : 567-569, 1996.
- 12) Zionts LE, Mckellop HA, Hathaway R : Torsional strength of pin configurations used to fix supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg Am* **76** : 253-256, 1994.