

小児上腕骨顆上骨折後に生ずる内反肘の 発生機序と予防についての検討

新潟大学医学部整形外科学教室（主任：田島達也教授）

児嶋 充

An Investigation of the Developmental
Mechanism and Prevention of Cubitus
Varus Deformity following Supracondylar
Fractures of the Humerus in Children
—Retrospective and Prospective Study—

Mitsuru KOJIMA

*Department of Orthopedic Surgery, Niigata
University School of Medicine, Niigata
(Director Prof Tatsuya TAJIMA)*

118 cases of supracondylar fracture of the humerus in children have been followed up.

The age ranged from 1 year to 13 years. There were 82 boys and 36 girls. (ratio 2.2 : 1) The right elbow was affected in 43 patients and the left in 75.

The average follow up period was 9.3 years ranging from 1 year to 29 years. ROM of the elbow and forearm of the affected side was measured and compared with that of the contralateral site. Carrying angle was radiographically measured in A-P view of the affected elbow and compared with that of healthy side in full supination of the forearm and in full extension of the elbow.

86 affected elbows of 118 cases were accompanied with cubitus varus. (72.9%)

An average incidence of cubitus varus was about 30 per cent in the literatures ever published. Much higher incidence of the author's series seems due to different criteria of cubitus varus.

Baumann angle was measured in the post-reduction radiographs of 46 patients and was compared with the carrying angle presented at the follow-up.

When Baumann angle of post-reduction X-rays was smaller than about 75°, carrying angle at the follow up seemed to be within normal limit and cubitus varus was prevented in most cases. This was confirmed in 46 followed up cases in which

X-rays taken immediately after reduction were preserved.

17 supracondylar fractures were treated by the author's treatment scheme, which showed over-all excellent result.

Based on the results above described, the author thinks that the most practical method to prevent post-reduction cubitus varus is to keep the forearm fully pronated with the elbow joint locked at about 90° flexion.

Key words: Humeral supracondylar fracture, Cubitus varus, Carrying angle, Baumann angle, Forearm pronation.

(上腕骨顆上骨折, 内反肘, Carrying 角, Baumann 角, 前腕回内).

I. はじめに

幼少児の肘関節周辺の骨折の中で上腕骨顆上骨折が最も頻度が高く, Tachdjian¹⁾によればその50~60%を占めている。

この骨折は Volkmann 拘縮や正中神経, 尺骨神経及び橈骨神経損傷を合併し, また骨折部癒合後にしばしば内反肘を後遺する。

これらの後遺障害のうち内反肘は肘関節の ROM 制限をきたすことはなく, 従って日常生活上の支障を惹起することもほとんどないが, 整容上の問題を惹起し, その目立つ変形に対して矯正術を希望する者が多く, とくに女兒の場合に多い。

Volkmann 拘縮や神経麻痺の合併は適性な整形外科的治療の普及により最近減少したが, 内反肘は依然として多い。そこで著者は内反肘の発生要因を, 新潟大学整形外科とその関連病院で取り扱われた本損傷 118例について retrospective study として follow up し, そのメカニズムと予防法を考察し, さらにそれに基づいて prospective に新しい治療法を試みその近隔成績を検討することが本論文の目的である。

II. 調査対象例と調査方法

A. Follow up (retrospective) study の対象例と調査方法

1951年より1980年までに伸展型上腕骨顆上骨折をこうむり, 新潟大学およびその関連病院で治療を受けたのうち経過を観察された118例で, Follow up は1978年から1986年まで行われた。

これらの症例の内訳は以下のとおりである。男女比: 82例対36例, すなわち2.2:1であった。罹患側: 左側対右側は75例対43例, すなわち1.7:1であった。受傷年齢: 1歳から13歳に及びそのピークは3歳にあり, 平

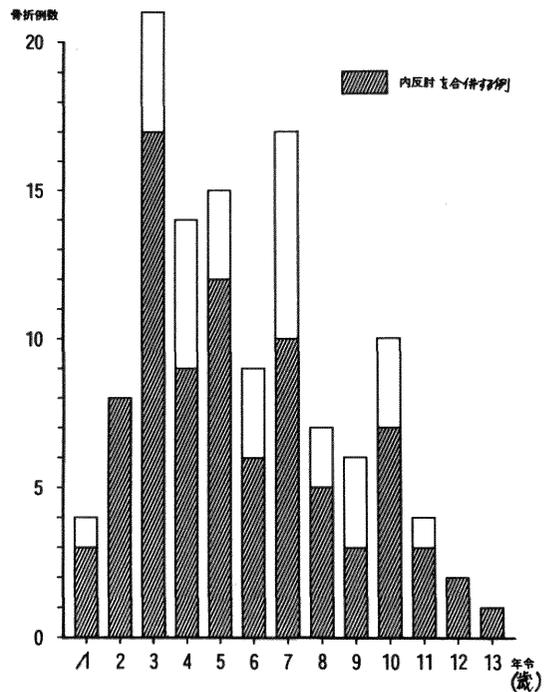


図1 受傷時年齢分布

均は5.7歳である(図1)。調査時年齢: 3歳から41歳に及び平均15.3歳であり, 受傷時より調査時までの期間は1年から29年に及び平均9.3年であった。

B. 検討 (retrospective study) の方法

1. 臨床所見

Carrying Angle (以下 CA) (図2) は, 直接角度計による計測も行ったが, より正確なX線 A-P 像(肘関節伸展, 前腕回外位)の計測によった。また, 肘関節の伸展・屈曲と前腕回内・回外を計測した。

2. X線所見

調査時の A-P 像による CA の計測を行った。この

表 1 修復後 X 線が保管されていない症例

| 症 例 | 性 | 患側 | 調査時 年 令 | 受傷時 年 令 | 患 伸 ~ 屈 | 健 伸 ~ 屈 | 患 回内~回外 | 健 回内~回外 | Carrying Angle 患 健 | 治療法 | 内反肘 |
|----------|---|----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------------------|------|-----|
| 1. K.F. | 男 | 右 | 13 | 3 (10) | H10°~120° | H10°~130° | 40°~90° | 90°~90° | -21° 2° | 1, 5 | + |
| 2. H.I. | 女 | 左 | 28 | 5 (13) | H 5°~85° | H20°~140° | 50°~90° | 90°~90° | -16° 3° | 1, 5 | + |
| 3. H.O. | 男 | 右 | 12 | 3 (9) | -15°~130° | H15°~145° | 50°~90° | 90°~90° | -31° 2° | 1, 5 | + |
| 4. Y.N. | 男 | 左 | 18 | 6 (12) | H 5°~145° | H10°~145° | 90°~90° | 90°~90° | -13° 5° | 1, 5 | + |
| 5. H.H. | 女 | 右 | 18 | 10 (8) | H 5°~140° | H10°~145° | 50°~90° | 90°~90° | -16° 4° | 1, 5 | + |
| 6. M.W. | 女 | 右 | 15 | 5 (10) | H10°~140° | H10°~140° | 90°~90° | 90°~90° | 4° 6° | 1, 5 | + |
| 7. M.O. | 男 | 左 | 11 | 2 (9) | H10°~145° | H10°~145° | 55°~90° | 90°~90° | -11° 3° | 1, 5 | + |
| 8. S.S. | 男 | 右 | 28 | 3 (25) | H 5°~135° | H10°~140° | 80°~80° | 80°~90° | 6° 10° | 1, 5 | + |
| 9. K.W. | 男 | 右 | 13 | 3 (10) | H 5°~130° | H 5°~135° | 85°~90° | 90°~90° | 0° 3° | 1, 5 | + |
| 10. K.O. | 男 | 左 | 19 | 7 (12) | 0°~130° | H15°~130° | 40°~90° | 90°~90° | -40° 11° | 1, 5 | + |
| 11. Y.Y. | 男 | 左 | 20 | 10 (10) | H 5°~115° | H 5°~140° | 50°~90° | 60°~90° | 5° 6° | 1, 5 | + |
| 12. R.N. | 女 | 左 | 29 | 3 (26) | -30°~110° | H15°~140° | 55°~90° | 90°~90° | 4° 6° | 1, 5 | + |
| 13. H.T. | 女 | 右 | 22 | 3 (19) | -7°~130° | H10°~140° | 90°~90° | 90°~90° | -10° 7° | 1, 5 | + |
| 14. K.T. | 男 | 右 | 14 | 3 (11) | H15°~125° | H10°~145° | 60°~90° | 90°~90° | -7° 7° | 1, 5 | + |
| 15. J.M. | 男 | 右 | 9 | 5 (4) | H20°~135° | H15°~145° | 90°~90° | 90°~90° | -15° 5° | 1 | + |
| 16. T.O. | 男 | 左 | 9 | 3 (6) | H10°~135° | H10°~140° | 90°~90° | 90°~90° | 0° 0° | 1, 5 | + |
| 17. M.H. | 男 | 左 | 21 | 6 (15) | H 7°~140° | H10°~140° | 80°~90° | 85°~90° | 7° 9° | 2 | - |
| 18. R.O. | 女 | 左 | 19 | 3 (16) | H 5°~140° | H 5°~140° | 70°~90° | 80°~90° | -4° 10° | 1 | + |
| 19. A.Y. | 男 | 右 | 21 | 8 (13) | H 7°~130° | H 5°~140° | 60°~90° | 80°~90° | -6° 7° | 1 | + |
| 20. M.A. | 男 | 左 | 18 | 11 (7) | H15°~125° | H 7°~135° | 70°~100° | 80°~90° | -8° 10° | 1 | + |
| 21. H.W. | 男 | 左 | 18 | 7 (11) | -8°~110° | H 9°~135° | 70°~90° | 80°~90° | -10° 10° | 1 | + |
| 22. H.H. | 男 | 左 | 6 | 2 (4) | -10°~120° | H 2°~135° | 70°~90° | 90°~90° | -22° 6° | 1 | + |
| 23. T.I. | 男 | 右 | 28 | 7 (21) | -15°~110° | H15°~130° | 45°~100° | 70°~100° | -25° 5° | 1 | + |
| 24. K.Y. | 男 | 右 | 13 | 5 (8) | H 5°~135° | H10°~135° | 40°~100° | 70°~100° | -6° 8° | 1 | + |
| 25. C.T. | 女 | 右 | 21 | 5 (16) | H 5°~135° | H 5°~135° | 65°~95° | 75°~110° | -7° 10° | 1 | + |
| 26. M.I. | 女 | 右 | 9 | 3 (6) | H15°~135° | H15°~135° | 90°~90° | 90°~90° | 5° 5° | 2 | - |
| 27. E.M. | 女 | 左 | 13 | 5 (8) | H20°~140° | H20°~140° | 80°~90° | 90°~90° | 2° 10° | 1 | - |
| 28. Y.I. | 女 | 右 | 10 | 4 (6) | H20°~125° | H 5°~140° | 50°~90° | 80°~90° | -7° 6° | 1 | + |
| 29. S.H. | 女 | 右 | 11 | 6 (5) | H 5°~115° | H10°~135° | 65°~90° | 90°~90° | -3° 5° | 1 | - |
| 30. S.Y. | 男 | 左 | 18 | 9 (9) | H 5°~140° | H 5°~140° | 90°~90° | 90°~90° | -18° 11° | 1 | + |
| 31. Y.K. | 男 | 右 | 32 | 9 (21) | -5°~115° | H10°~135° | 60°~80° | 80°~90° | 2° 7° | 4 | - |
| 32. T.W. | 男 | 左 | 36 | 2 (24) | H10°~135° | H10°~145° | 75°~90° | 90°~90° | -5° 14° | 1 | + |
| 33. R.U. | 女 | 左 | 3 | 2 (1) | H 5°~120° | H10°~135° | 90°~100° | 90°~100° | -20° 11° | 1 | + |
| 34. N.Y. | 女 | 左 | 7 | 6 (1) | H20°~125° | H15°~135° | 90°~90° | 90°~90° | -17° 7° | 1 | + |
| 35. S.M. | 男 | 左 | 28 | 11 (17) | H10°~125° | H15°~140° | 65°~85° | 70°~90° | -3° 14° | 1 | + |
| 36. H.M. | 男 | 左 | 16 | 3 (13) | H 5°~130° | H 5°~140° | 50°~90° | 75°~90° | -21° 6° | 2 | + |
| 37. H.K. | 男 | 左 | 41 | 12 (29) | H10°~105° | H10°~135° | 55°~90° | 55°~90° | -25° 0° | 1 | + |
| 38. Y.M. | 男 | 左 | 15 | 7 (8) | -30°~125° | H 5°~130° | 50°~90° | 55°~90° | -28° 10° | 1 | + |
| 39. S.I. | 男 | 左 | 24 | 11 (13) | H 5°~125° | H 5°~130° | 65°~95° | 70°~100° | -5° 15° | 3 | + |
| 40. S.H. | 男 | 左 | 11 | 10 (1) | H15°~105° | H15°~135° | 90°~90° | 90°~90° | -2° 10° | 1 | + |
| 41. N.T. | 女 | 左 | 9 | 8 (1) | H15°~135° | H10°~140° | 90°~90° | 90°~90° | -2° 16° | 2 | + |
| 42. A.M. | 女 | 左 | 9 | 8 (1) | H 5°~105° | H15°~135° | 65°~80° | 65°~80° | -3° 8° | 4 | + |
| 43. N.S. | 女 | 右 | 11 | 4 (7) | H10°~140° | H 5°~145° | 90°~90° | 90°~90° | -3° 7° | 4 | + |
| 44. N.H. | 女 | 右 | 13 | 7 (6) | H15°~125° | H10°~140° | 60°~90° | 85°~90° | -3° 5° | 1, 5 | + |
| 45. K.W. | 女 | 左 | 30 | 12 (18) | -5°~145° | H10°~145° | 50°~90° | 75°~90° | 12° 12° | 1, 5 | + |
| 46. M.S. | 女 | 左 | 19 | 4 (15) | H 5°~145° | H10°~135° | 55°~90° | 85°~90° | -3° 20° | 1 | + |
| 47. H.I. | 女 | 右 | 26 | 3 (23) | H10°~135° | H15°~140° | 80°~90° | 90°~90° | -15° 2° | 1 | + |
| 48. K.N. | 男 | 右 | 15 | 4 (11) | 0°~120° | H15°~135° | 60°~95° | 70°~95° | -10° 15° | 1 | + |
| 49. Y.A. | 男 | 左 | 9 | 3 (6) | H10°~140° | H10°~140° | 60°~90° | 90°~90° | -25° 1° | 4 | + |
| 50. A.S. | 男 | 左 | 31 | 9 (22) | H25°~115° | H15°~135° | 70°~90° | 90°~90° | -3° 10° | 1 | + |
| 51. K.K. | 男 | 左 | 23 | 4 (19) | H 5°~140° | H10°~130° | 75°~90° | 75°~90° | -5° 75° | 1 | + |
| 52. H.S. | 男 | 右 | 29 | 6 (23) | -5°~120° | 0°~140° | 50°~90° | 70°~90° | -15° 5° | 1 | + |
| 53. N.W. | 男 | 左 | 12 | 7 (5) | H 5°~140° | H 5°~140° | 90°~90° | 90°~90° | -1° 5° | 4 | - |
| 54. M.O. | 男 | 右 | 11 | 10 (1) | H10°~125° | H10°~135° | 90°~90° | 90°~90° | -2° 1° | 4 | - |
| 55. S.N. | 女 | 左 | 27 | 10 (17) | H15°~130° | H10°~130° | 80°~90° | 90°~90° | 8° 11° | 1 | - |
| 56. M.K. | 女 | 左 | 8 | 2 (6) | H25°~140° | H15°~140° | 90°~130° | 90°~130° | -8° 2° | 1 | + |
| 57. M.H. | 男 | 右 | 17 | 7 (10) | H 5°~140° | H 5°~140° | 80°~90° | 80°~90° | 7° 6° | 1 | - |
| 58. A.M. | 女 | 左 | 20 | 4 (16) | 0°~120° | H10°~140° | 60°~90° | 80°~90° | 5° 7° | 1 | - |
| 59. T.K. | 男 | 右 | 21 | 10 (11) | H 5°~135° | H 5°~145° | 60°~90° | 60°~90° | -5° 7° | 1 | + |
| 60. Y.M. | 男 | 右 | 10 | 1 (9) | H 5°~125° | H10°~130° | 75°~90° | 90°~90° | -14° 10° | 1 | + |
| 61. T.T. | 男 | 右 | 22 | 7 (15) | -25°~125° | H 5°~140° | 70°~90° | 90°~90° | -2° 7° | 4 | - |
| 62. H.K. | 女 | 左 | 29 | 10 (19) | H10°~140° | H10°~140° | 80°~90° | 80°~90° | -5° 10° | 1 | + |
| 63. M.K. | 女 | 左 | 27 | 5 (22) | H10°~140° | H10°~140° | 55°~90° | 70°~90° | -1° 20° | 1 | + |
| 64. Y.W. | 女 | 左 | 20 | 1 (19) | H10°~120° | H10°~125° | 55°~90° | 60°~90° | -3° 8° | 1 | + |
| 65. M.K. | 男 | 右 | 18 | 8 (10) | -10°~110° | H15°~150° | 80°~90° | 85°~90° | -3° 6° | 1 | - |
| 66. J.T. | 男 | 右 | 17 | 6 (11) | H20°~135° | H15°~145° | 60°~90° | 70°~90° | -4° 7° | 1 | + |
| 67. H.O. | 男 | 右 | 22 | 3 (19) | H10°~125° | H10°~140° | 65°~90° | 70°~90° | -19° 11° | 1 | + |
| 68. M.O. | 女 | 右 | 7 | 1 (8) | H20°~130° | H15°~130° | 90°~90° | 90°~90° | 6° 14° | 3 | - |
| 69. M.U. | 女 | 左 | 22 | 7 (15) | -8°~135° | H15°~135° | 60°~80° | 65°~90° | 9° 7° | 1 | - |
| 70. S.S. | 女 | 左 | 14 | 2 (12) | H10°~135° | H10°~140° | 90°~90° | 90°~90° | -21° 3° | 3 | + |
| 71. Y.M. | 男 | 左 | 10 | 1 (9) | H 5°~125° | H15°~135° | 65°~135° | 85°~100° | -27° 9° | 1 | + |
| 72. Y.H. | 男 | 左 | 12 | 3 (9) | H10°~135° | H10°~145° | 60°~125° | 70°~125° | -12° 12° | 1 | + |

() 受傷より調査までの年数, - 14例, + 58例(内反肘)

治療法: 1. 徒手修復→ギプス, 2. 垂直牽引→ギプス, 3. 網線牽引→ギプス, 4. 手術, 5. 矯正竹切り

表2 修復後X線が保管されている症例

| 症例 | 性 | 患側 | 調査時 年令 | 受傷時 年令 | 患側 | | 健側 | | 患側 | | 健側 | | Carrying Angle 患 健 | 修復後 BM | 治療法 | 内反肘 |
|----------|---|----|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|------|-----|------|-----|-----------------------|-----------|-----|-----|
| | | | | | 伸 | 屈 | 伸 | 屈 | Pron | sup | Pron | sup | | | | |
| 1. T.S. | 男 | 右 | 9 | 5(4) | H10°~120° | H10°~135° | 90°~90° | 90°~90° | -10° | 4° | +85 | 1,5 | + | | | |
| 2. T.H. | 男 | 右 | 20 | 10(10) | H15°~140 | H15°~140° | 90°~90° | 90°~90° | -10° | 10° | 95 | 2 | + | | | |
| 3. Y.E. | 男 | 左 | 17 | 8(9) | H8°~145 | H15°~145° | 70°~90° | 90°~90° | -15° | 5° | 86 | 2 | + | | | |
| 4. H.K. | 女 | 左 | 14 | 5(9) | H5°~135 | H10°~135° | 90°~90° | 90°~90° | 4° | 20° | 86 | 4 | + | | | |
| 5. A.I. | 男 | 左 | 14 | 6(8) | H10°~135 | H10°~140° | 90°~90° | 90°~90° | 5° | 14° | 78 | 2 | - | | | |
| 6. M.A. | 男 | 左 | 23 | 13(10) | H15°~140 | H15°~140° | 90°~90° | 90°~90° | -12° | 11° | 86 | 4 | + | | | |
| 7. M.M. | 女 | 左 | 14 | 5(9) | H15°~140 | H15°~140° | 90°~90° | 90°~90° | 10° | 20° | 70 | 1 | - | | | |
| 8. K.H. | 女 | 左 | 11 | 2(9) | H20°~135 | H20°~140° | 90°~90° | 90°~90° | 5° | 14° | 90 | 1,5 | + | | | |
| 9. T.U. | 男 | 左 | 12 | 3(9) | H10°~135 | H10°~130° | 90°~90° | 90°~90° | 4° | 10° | 76 | 4 | - | | | |
| 10. M.I. | 男 | 左 | 9 | 7(2) | H10°~140 | H10°~140° | 90°~90° | 90°~90° | 5° | 20° | 82 | 2 | + | | | |
| 11. J.M. | 女 | 左 | 6 | 5(1) | H10°~140 | H20°~140° | 90°~90° | 90°~90° | -10° | 17° | 81 | 2 | + | | | |
| 12. T.U. | 男 | 右 | 5 | 3(2) | H15°~135 | H15°~135° | 90°~90° | 90°~90° | -5° | 2° | 75 | 2 | - | | | |
| 13. S.K. | 男 | 左 | 9 | 7(2) | H20°~140 | H20°~140° | 90°~90° | 90°~90° | 3° | 21° | 86 | 2 | + | | | |
| 14. A.N. | 男 | 左 | 9 | 7(2) | 0°~110 | H15°~135° | 50°~90° | 90°~90° | 0° | 24° | 89 | 1 | + | | | |
| 15. Y.S. | 女 | 左 | 7 | 5(2) | H5°~135 | H20°~140° | 60°~90° | 90°~90° | -13° | 11° | 81 | 2 | + | | | |
| 16. H.S. | 女 | 右 | 7 | 5(2) | H5°~130 | H15°~140° | 70°~90° | 90°~90° | -4° | 11° | 90 | 1 | + | | | |
| 17. K.I. | 女 | 右 | 11 | 9(2) | H15°~140 | H15°~140° | 90°~90° | 90°~90° | 13° | 12° | 74 | 1 | - | | | |
| 18. H.I. | 女 | 右 | 8 | 6(2) | H20°~145 | H20°~145° | 70°~90° | 90°~90° | -3° | 9° | 81 | 2 | + | | | |
| 19. T.T. | 男 | 左 | 6 | 3(3) | H15°~140 | H15°~140° | 90°~90° | 90°~90° | 5° | 8° | 65 | 2 | - | | | |
| 20. N.M. | 男 | 左 | 11 | 9(2) | H10°~145 | H10°~145° | 90°~90° | 90°~90° | 6° | 15° | 71 | 1 | - | | | |
| 21. S.O. | 男 | 左 | 6 | 3(3) | H5°~135 | H15°~140° | 60°~90° | 90°~90° | -12° | 14° | 83 | 1 | + | | | |
| 22. D.S. | 男 | 左 | 11 | 8(3) | H10°~145 | H10°~150° | 90°~90° | 90°~90° | -4° | 10° | 101 | 2 | + | | | |
| 23. M.K. | 男 | 左 | 6 | 3(3) | H10°~140 | H10°~140° | 70°~90° | 90°~90° | -11° | 9° | 99 | 1 | + | | | |
| 24. T.M. | 男 | 左 | 7 | 4(3) | H15°~130 | H15°~135° | 65°~90° | 90°~90° | -29° | 1° | 100 | 1 | + | | | |
| 25. D.I. | 男 | 左 | 7 | 4(3) | 0°~135 | H15°~140° | 90°~90° | 90°~90° | -4° | 9° | 87 | 1 | + | | | |
| 26. Y.K. | 男 | 右 | 6 | 2(4) | H20°~140 | H20°~140° | 90°~90° | 90°~90° | -15° | 4° | 85 | 1 | + | | | |
| 27. H.O. | 男 | 左 | 11 | 7(4) | H10°~135 | H15°~145° | 70°~90° | 90°~90° | -4° | 21° | 88 | 1 | + | | | |
| 28. K.M. | 男 | 左 | 8 | 4(4) | H20°~140 | H20°~140° | 90°~90° | 90°~90° | 0° | 11° | 81 | 1 | + | | | |
| 29. N.T. | 男 | 右 | 9 | 5(4) | H5°~130 | H15°~140° | 60°~90° | 90°~90° | -27° | 18° | 99 | 1 | + | | | |
| 30. S.N. | 男 | 右 | 12 | 7(5) | H5°~135 | H15°~140° | 70°~90° | 90°~90° | -23° | 23° | 87 | 2 | + | | | |
| 31. Y.A. | 女 | 左 | 5 | 4(1) | H20°~140 | H20°~140° | 90°~90° | 90°~90° | 12° | 12° | 62 | 1 | - | | | |
| 32. A.S. | 女 | 右 | 10 | 8(2) | H10°~130 | H20°~130° | 60°~100° | 60°~100° | 14° | 11° | 70 | 1 | - | | | |
| 33. K.O. | 男 | 左 | 8 | 7(1) | H15°~125 | H8°~150° | 85°~90° | 65°~75° | 2° | 4° | 69 | 1 | - | | | |
| 34. K.I. | 男 | 左 | 13 | 11(2) | H15°~135 | H15°~140° | 90°~90° | 90°~90° | 3° | 13° | 74 | 4 | - | | | |
| 35. M.K. | 男 | 右 | 17 | 6(11) | H10°~120 | H10°~140° | 45°~90° | 65°~90° | -13° | 15° | 81 | 1 | + | | | |
| 36. Y.K. | 男 | 左 | 26 | 10(16) | 0°~125 | H10°~100° | 45°~105° | 80°~100° | -25° | 20° | 114 | 4 | + | | | |
| 37. Y.S. | 男 | 右 | 15 | 5(10) | H10°~143 | H10°~137° | 70°~90° | 90°~90° | 2° | 10° | 80 | 3 | - | | | |
| 38. Y.K. | 男 | 右 | 29 | 9(10) | H15°~140 | H20°~145° | 50°~90° | 70°~90° | -15° | 0° | 80 | 1 | + | | | |
| 39. T.S. | 男 | 左 | 8 | 7(1) | H5°~130 | H10°~150° | 90°~90° | 90°~90° | 5° | 10° | 75 | 1 | - | | | |
| 40. S.K. | 男 | 右 | 13 | 3(10) | 0°~105 | H5°~145° | 50°~90° | 85°~90° | -30° | 10° | 110 | 1 | + | | | |
| 41. Y.N. | 男 | 左 | 9 | 4(5) | H15°~130 | H10°~135° | 90°~90° | 90°~90° | 10° | 11° | 60 | 1 | - | | | |
| 42. Y.I. | 男 | 左 | 12 | 4(8) | -10°~135 | 0°~140° | 70°~90° | 80°~90° | -10° | 7° | 70 | 3 | + | | | |
| 43. T.Y. | 男 | 左 | 11 | 4(7) | H5°~140 | 0°~145° | 90°~90° | 90°~90° | 3° | 8° | 66 | 3 | - | | | |
| 44. Y.F. | 男 | 右 | 12 | 7(5) | H5°~140 | H5°~140° | 80°~90° | 90°~90° | 7° | 8° | 87 | 3 | - | | | |
| 45. K.S. | 女 | 左 | 6 | 4(2) | H20°~135 | H15°~140° | 90°~110° | 90°~110° | 6° | 7° | 74 | 1 | - | | | |
| 46. K.N. | 男 | 左 | 29 | 10(9) | H15°~135 | H10°~140° | 85°~100° | 85°~100° | 11° | 13° | 79 | 1 | - | | | |

()は受傷より調査までの年数, -18例, +28例(内反肘)

治療法: 1. 徒手修復→ギブス, 2. 垂直牽引→ギブス, 3. 網線牽引→ギブス, 4. 手術, 5. 矯正骨切り

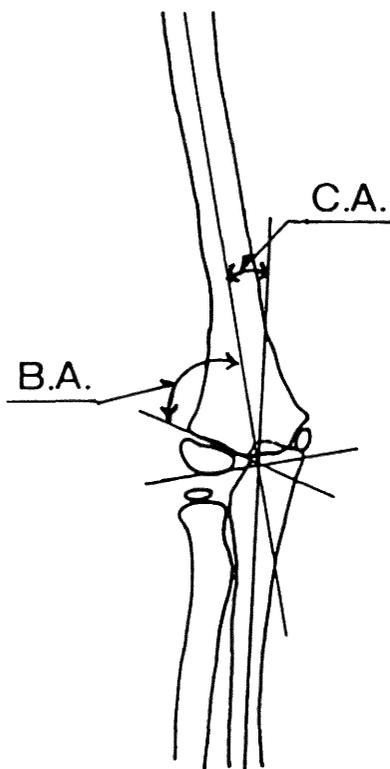


図 2 Carrying angle (C.A.) と Baumann Angle (B.A.)

Carrying Angle: 上腕長軸と尺骨長軸のなす角 (ただし $90^\circ - C.A.$ で表示することもある)

Baumann Angle: 上腕長軸と上腕小頭の骨端線のなす角 (ただし $90^\circ - B.A.$ で表示することもある)

計測は整復直後のX線が保管されていた46例(表2)のみならず、それが保管されていなかった72例(表1)でも調査時、計測を実施した。この際、内反肘陽性の範疇については、患側と健側のCAの差が 10° 以上を内反肘とした。また二次的に矯正手術が行われた症例も内反肘合併例の中に入れた。

整復後のX線が保管されている46症例については整復後A-P像からBaumann Angle(以下BA)(図2)を計測した。

III. Follow up の結果

A. 臨床成績

1. 伸展：患側が障害されている症例が118例中50例

42.3%あり、逆に患側の伸展角度の方が大きいものが17例あった。平均は患側が過伸展 7° で健側が過伸展 11° であった。

2. 屈曲：患側の障害が認められる症例は73例61.8%で平均患側 131° 、健側 138° であった。

3. 前腕回外：回外制限は5例4.2%にしか認められず、平均は患側健側ともに 92° であった。

4. 前腕回内：回内制限を認めたのは64例54%で、平均は患側が 73° 、健側が 84° であった。

回内制限は回外制限に比較するとかなり高率に認められた。これは後述するように遠位骨片の内反(肘内反)変形の結果と考えられる。

B. X線像による Carrying Angle

118例のうち86例72.9%に内反肘が認められた。ちなみに、この変形の発生頻度については、測定方法や内反肘の範囲の人為的決め方によりまちまちであり、Sandegaard²⁾は57%、L. Smith³⁾は30%、神中⁴⁾は17%としており、代表的な文献を総合すると平均約30%となる。

C. 治療法別内反肘発生頻度(表3)

1. 徒手整復+ギブス

本法施行例は118例中83例70.3%で、そのうち内反肘発生頻度は66例79.5%であった。

2. 垂直牽引+ギブス

本法施行16例13.6%中、内反肘は11例68.7%に発生した。

3. 鋼線牽引+ギブス

7例6%あり、うち3例42.5%に内反肘が後遺した。

4. 手術

術式としては、骨折部を直視下に露出して整復し、K鋼線固定を行ったものが大多数を占める。本法施行12例10.2%中、6例50%に内反肘を認めた。

徒手整復+ギブス施行例に肘内反が79.5%と高率に生じていること、また鋼線牽引例より垂直牽引例に内反肘合併の比率が高いことが注目される。これはこれらの

表3 Retrospective study の対象例における治療法と内反肘発生の関係

| 治療方法 | 内反肘頻度 |
|-------------|---------------------|
| 1. 徒手整復+ギブス | 83例……………66例(79.5%) |
| 2. 垂直牽引+ギブス | 16例……………11例(68.7%) |
| 3. 鋼線牽引+ギブス | 7例……………3例(42.5%) |
| 4. 手術 | 12例……………6例(50.0%) |
| 合計 | 118例……………86例(72.9%) |

治療法では遠位骨片がなお内反位にとどまり、内反肘変形を生ずる要因になっていると考えられる。

D. 整復直後のX線により Baumann Angle を計測できた46例の調査時内反肘の発生について (表 2)

1. このうちで内反肘になった2症例のX線を図 3

に呈示する。症例1は垂直牽引+ギプスにより加療された。整復後 BA は 95° と悪く遠位骨片の内反は整復されていない。

調査時には CA が -10° (健側 10°) と肘内反を残している。症例2は手術例で手術直後の BA が 114° と大きく、遠位骨片は完全に内反している。調査時の CA

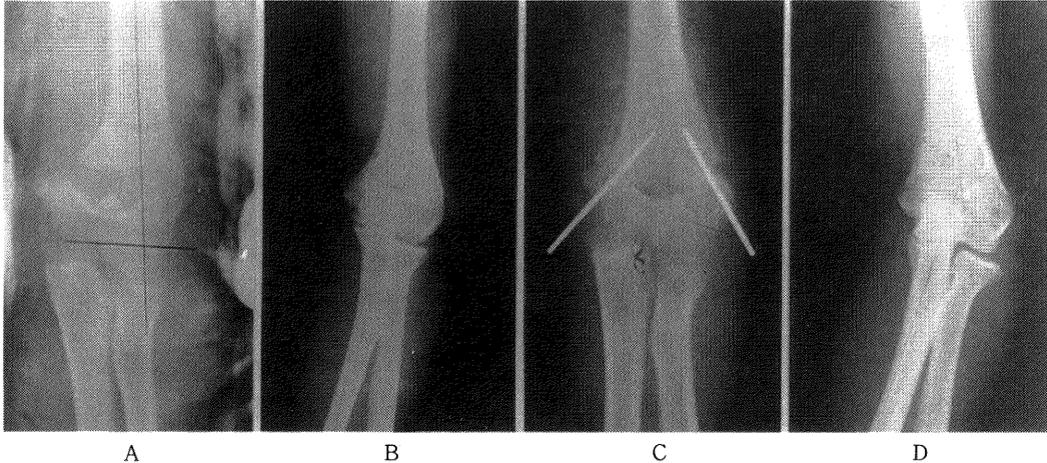


図 3 内反肘発生例

- A. 症例1(徒手整復+ギプス治療例)の整復後X線:遠位骨片はなお内反している。
- B. 症例1の調査時X線:肘内反を残している。
- C. 症例2: K-wire 刺入により固定されている遠位骨片は整復されていない。
- D. 症例2の調査時X線:肘内反を残している。

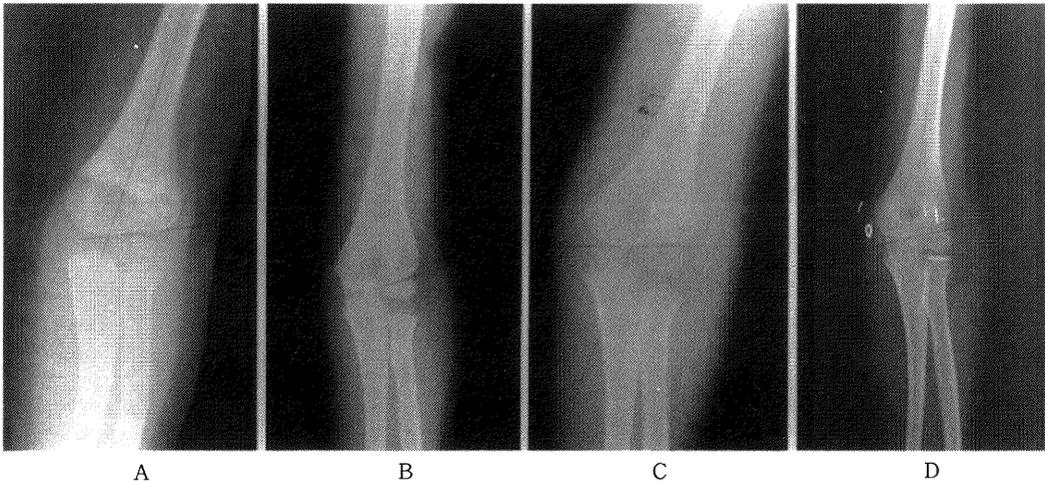


図 4 内反肘非発生例

- A. 症例3(垂直牽引+ギプス治療例): 整復後 B. A. はほぼ正常の 65°
- B. 症例3調査時: 肘内反を認めない。
- C. 症例4(徒手整復+ギプス治療例): 整復後 B. A. はほぼ正常の 60°
- D. 症例4調査時: 肘内反を認めない。

は -25° （健側 20° ）と内反肘が明確に認められる。

整復後 BA が 80° 以上の症例が28例ある。28例の整復後 BA は $80^{\circ}\sim 144^{\circ}$ の範囲にあり平均 88.9° であった。このうち27例96%が調査時に内反肘となった。このことより整復後 BA の大きい症例は、ほとんどが内反肘を後遺していることが判る。

2. 内反肘が発生しなかった2症例のX線を図4に呈示する。症例3は垂直牽引+ギプスで加療され、整復後 BA は 65° で遠位骨片は外反位にあり、調査時 CA は 5° （健側 8° ）で肘内反は予防されている。症例4は徒手整復+ギプスで加療され、整復後 BA は 60° と小さく、調査時 CA も 10° （健側 11° ）で内反肘の発生はない。

整復後 BA が 80° 以下の症例は18例ある。これらの整復後 BA は $60^{\circ}\sim 79^{\circ}$ の範囲にあり平均 71.5° であった。これら18例のうち17例94%に内反肘の発生をみていない。

以上より骨折整復時の BA の大小が調査時内反肘の有無と密接に関連していることが証明された。

IV. 肘内反発生メカニズムに関する考察

肘内反の原因は理論上、

A. 近位骨片の外旋

B. 遠位骨片の内旋と内反

である（図5）。しかし118例の Follow up study から遠位骨片の内反を示す所見（前腕回内制限や整復後 BA が大きいことなど）が最も著明であった。これを矯正するためには、Baumann⁵⁾、D' Ambrosia⁶⁾、Arnold⁷⁾が述べているように、肘関節を 90° 屈曲位に保ち腕尺関節を lock した状態で前腕回内による遠位骨片の外反が最も実際的と思われる（図5C、図6）。近位骨片の外旋に対して Cotton⁸⁾は遠位骨片の外旋により矯正しようと試みたが、満足な結果は得られていない。

L. Smith は、骨片間に回旋変形があっても、traction によって消失し、遠位骨片の内反は矯正できると言っているが（図7）、この牽引力がなくなれば再び骨片間に圧力が加わり、遠位骨片の内旋に伴いその内反を生ずると考えられ、回旋変形は矯正したほうがよいと思われる。

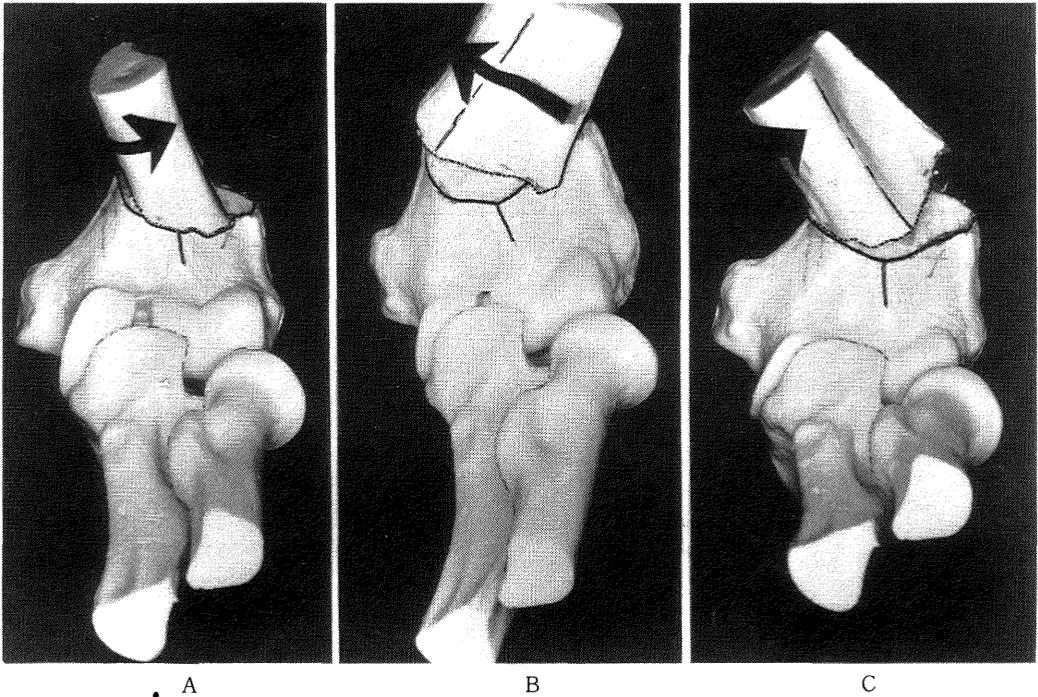


図5 近位および遠位骨片の相対的回転位による内反と外反の形成

- A. 近位骨片は外旋し、遠位骨片は相対的に内旋すると、遠位骨片の内反を生ずる。
- B. 近位骨片は内旋し、遠位骨片は相対的に外旋すると、遠位骨片の外反を生ずる。
- C. 肘関節約 90° 屈曲位で尺腕関節を lock した状態では、前腕回外にて内反する。

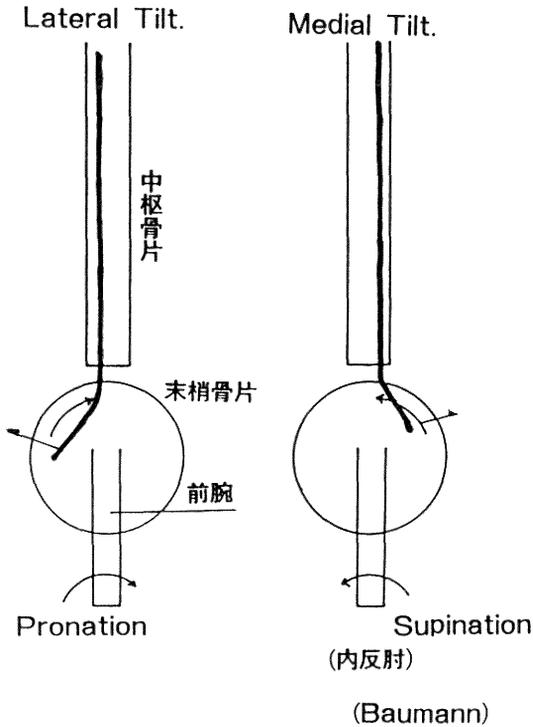


図6 前腕回旋と遠位骨片との関係
前腕回内は遠位骨片を外反する。
(肘関節は約90°屈曲位に保持する)

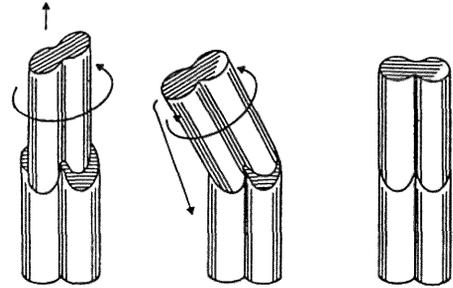


図7 回旋変形があっても牽引によって内反変形は消失する。(L.Smith)

V. 新しい遠位骨片内反防止法の試みとその結果。(prospective study)

前項までの考察に基づき、新鮮骨折例に対し肘関節約90°屈曲位で前腕の回内位および回外位を強制し、遠位骨片の Tilt をX線にて検討したところ、前腕回内により遠位骨片が外反し BA が小さくなることが明らかに証明できた(図8)。

この事実を利用して以下の治療法を prospective に17例について(表4)試みた。

A. 徒手整復+ギプス

骨折の転位が軽度で整復が容易にできるものは、整復後肘関節約90°屈曲位、前腕回内位でギプスを装着する。

表4 著者が治療した新鮮例17例

| 症例 | 性 | 患側 | 受傷時 年令 | 調査時 年令 | 整復時 BM | 調査時 患側 | Carrying Angle 健側 | 内反肘 | 治療 |
|----------|---|----|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------------|-----|----|
| 1. 阿○昇 | 男 | 左 | 7 | 10(3) | 70° | 14° | 13° | (-) | 1 |
| 2. 小○敦○ | 女 | 右 | 5 | 10(5) | 72° | 6° | 8° | (-) | 2 |
| 3. 長○良○ | 男 | 右 | 7 | 10(3) | 72° | 3° | 9° | (-) | 2 |
| 4. 三○村○也 | 男 | 右 | 6 | 9(3) | 68° | 9° | 9° | (-) | 1 |
| 5. 阿○信○ | 男 | 右 | 8 | 16(8) | 80° | 10° | 8° | (-) | 2 |
| 6. 佐○間○都 | 女 | 右 | 6 | 9(3) | 76° | 9° | 10° | (-) | 1 |
| 7. 佐○彰○ | 女 | 左 | 7 | 15(8) | 70° | 15° | 18° | (-) | 1 |
| 8. 小○由○子 | 女 | 左 | 5 | 12(7) | 64° | 11° | 15° | (-) | 3 |
| 9. 星○基 | 男 | 左 | 5 | 10(5) | 66° | 13° | 12° | (-) | 1 |
| 10. 阿○正○ | 男 | 左 | 6 | 14(8) | 55° | 17° | 18° | (-) | 3 |
| 11. 首○安○ | 男 | 右 | 9 | 12(3) | 56° | 19° | 19° | (-) | 1 |
| 12. 樋○貴○ | 女 | 右 | 6 | 13(7) | 77° | 7° | 8° | (-) | 1 |
| 13. 中○早○ | 女 | 左 | 6 | 10(4) | 65° | 9° | 12° | (-) | 2 |
| 14. 村○聡 | 男 | 左 | 5 | 11(6) | 70° | 4° | 6° | (-) | 2 |
| 15. 南○誠 | 男 | 左 | 3 | 11(8) | 70° | -3° | 9° | (+) | 3 |
| 16. 本○美○ | 女 | 右 | 7 | 8(1) | 69° | 9° | 8° | (-) | 1 |
| 17. 星○仁 | 男 | 左 | 6 | 10(4) | 75° | 5° | 10° | (-) | 2 |

()は受傷より調査までの年数

治療方法: 1. 徒手整復+ギプス, 2. 鋼線牽引+ギプス, 3. 手術



図 8 前腕回内は遠位骨片外反を伴なう（ただし肘関節を約 90° 屈曲位に保持するとき）

- A. 前腕回内は遠位骨片の著しい外反を伴う。
- B. 前腕回外では遠位骨片は相対的に内反している。

X線にて BA が 75° 以内であることを確かめる。それは J. Bender⁸⁾らが BA の正常値は約 75° としていることを参考にした。その後骨折部癒合が完成するまで約 1 週おきに BA のチェックを行う。

B. 鋼線牽引+ギプス

骨折の転位が大きくてよく整復できず、またギプスを装着すると血行障害や神経麻痺を生ずる恐れがある例に対しては Olecranon を貫通して Kirschner 鋼線を刺入し直達牽引を行う。牽引中は前腕を回内位に保ち、なるべく遠位骨片の内反を防ぐ（図 9）。また、J. Bender, Hubert L.⁹⁾らはX線の側面像で骨片間の rotation を確認し（図10）内反を予防するように努めている。著者も遠位骨片の内旋を認める例では前腕を外旋して遠位骨片の外旋を得ている。

受傷後約 2 週間で仮骨が生じ線維性に骨折部が癒合する頃に麻酔下で牽引を除去し前腕を回内位に強制すると図 8 のように遠位骨片の外反を確認できる。牽引療法ではこの時期より BA をチェックすればよいと考える。前腕回内位肘関節約 90° 屈曲位でギプスを巻き BA が

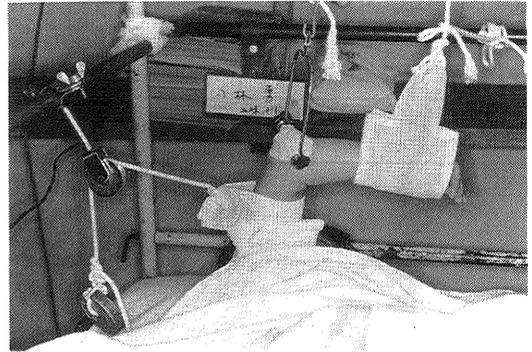


図 9 直達牽引療法

牽引は K-wire を Olecranon にとおす直達法により前腕は回内位に保たれる。

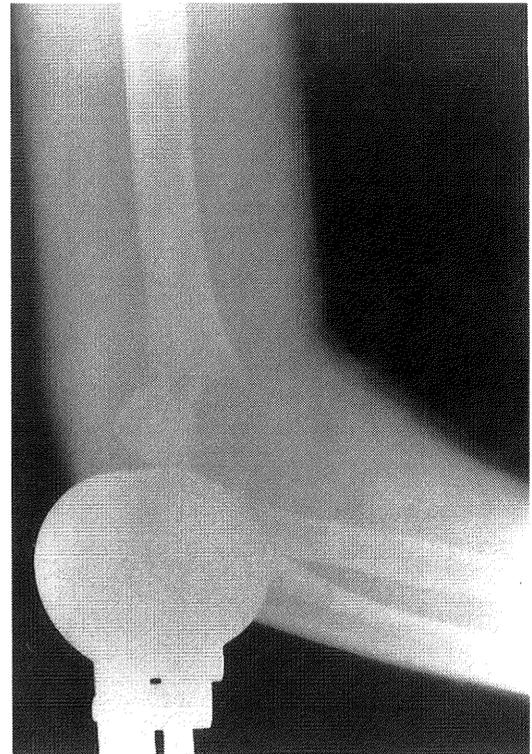


図 10 遠位骨片外旋適応例

このように骨片間に rotation が存在し、近位骨片が外旋を呈する場合、遠位骨片の外旋によって両骨片間の rotation は整復される。

75° 以内であることをX線にて確かめる。骨折部癒合が完成するまで約 1 週おきに BA をチェックする。

C. 手術

次の場合は手術を行う。

1. 開放骨折で感染や神経血管損傷の恐れがあるとき.
2. 別の部位に外傷や疾病があり、ギプスや鋼線牽引ができないとき.
3. ギプスや牽引の途中で神経麻痺や血行障害が発現し継続しているとき.
4. 鋼線牽引をしていて骨片間の rotation がなかなか自然矯正されないとき.

手術に際しては神経や血管や成長線に損傷を与えないよう努め、正確で十分な整復を行う。術後は前腕回内位肘関節約90°屈曲位でギプスを巻き、骨折部癒合完成まで約2週間おきにBAをチェックする。

D. 上記の治療法を prospective に実施した17例の概要と近隔成績は以下のとおりである。

1. 症例の内訳
 - a. 男10例, 女7例.
 - b. 罹患側は左9例, 右8例である.
 - c. 受傷時年齢は3~9歳で平均6.1歳である. 調査時年齢は8~16歳で平均11.2歳である. 受傷より調査までの年数は1~8年で平均5.1年であった.
2. 治療法別症例数

- a. 徒手整復+ギプス : 8例
- b. 鋼線牽引+ギプス : 6例
- c. 手術 : 3例

E. 調査の結果

各治療法それぞれ1例ずつを、X線で図11, 図12, 図13に示す。徒手整復例は整復後BAが70°と小さく、調査時CAも14°(健側13°)と内反肘はない。鋼線牽引例では整復後BAは72°, 調査時CAも3°(健側9°)とこの例も内反肘は予防されている。

手術例中の1例では整復後BAが70°と小さいにもかかわらず、調査時CAは-3°(健側9°)となり内反肘を生じた。他の2例は内反肘を生じていない。

手術例中の1例が内反肘に陥った原因としては、

- (1) 抜釘が早すぎたための Alignment の悪化.
- (2) Kirschner wire による成長線の刺激.
- (3) 抜釘後に生じた再骨折。(その既往歴はない.)

などが推測されるが、経過から考察して本例では(1)が原因と思われる。(図13の調査時X線をよく観察すると遠位骨片の再転位を確認できる.)

17例の整復後BAは55°~80°の範囲にあり平均69.1°で、調査時CAは-3°~19°(健側6°~19°)の範囲に

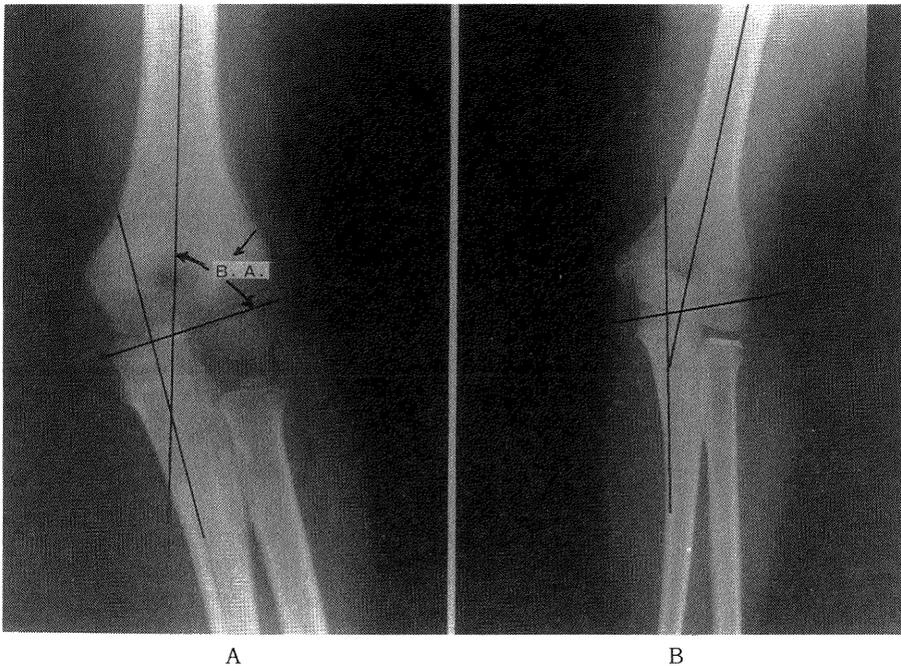


図11 肘内反非発生例(徒手整復+ギプス)

- A. 整復時 B. A. (矢印)はほぼ正常の70°
- B. 調査時, 肘内反を認めない.

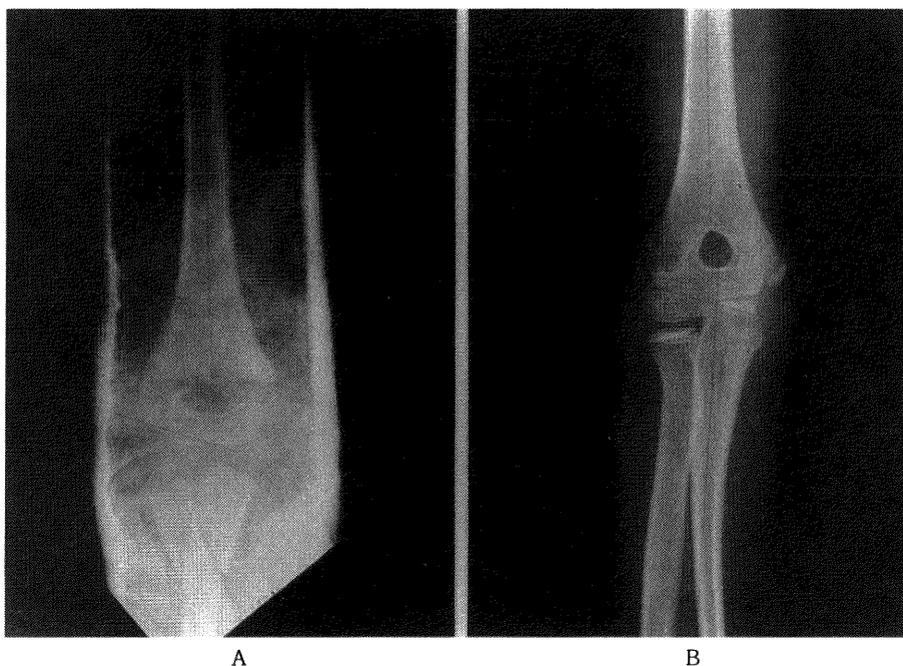


図 12 直達牽引による整復後ギプスで肘内反を防止できた例
(鋼線牽引+ギプス)

- A: ギプス固定時、前腕が回内位を保持している。(橈骨と尺骨が交叉している)
- B: 肘内反を認めない。

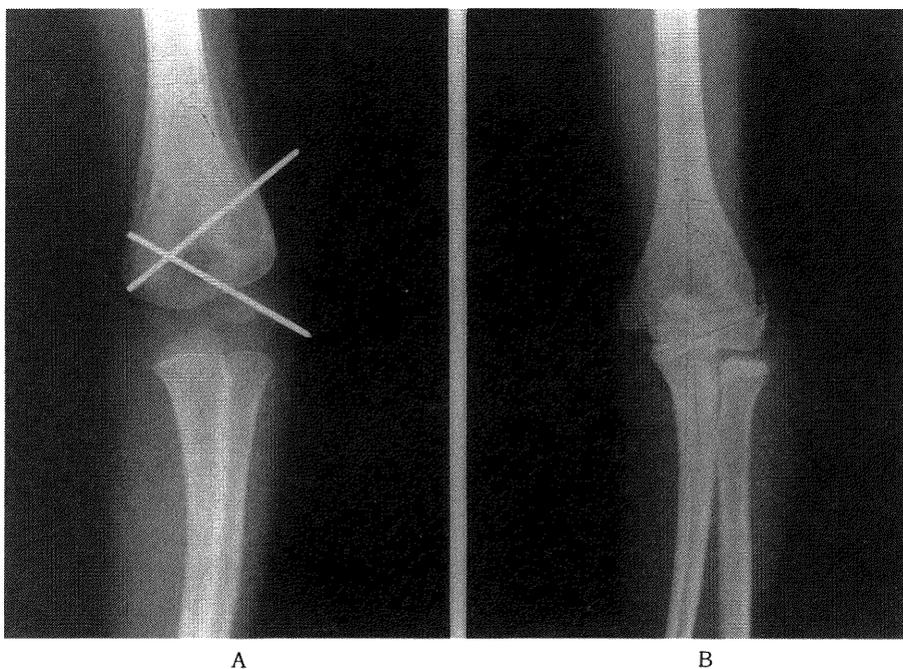


図 13 Prospective study の17例中ただ1例の内反肘合併例。

- A: K-wire で固定。B. A. は小さい。
- B: K-wire の抜去が早すぎたためか、遠位骨片が再転位している。

あり平均9.3°(健側11.3°)であった。

内反肘予防の成功率は17例中16例94%と高く、著者の自験例の調査結果は、まだ症例数も少なく、受傷より調査までの期間も短いけれども、良好であった。

VI. 考 察

内反肘が多い原因のひとつに、整復後の固定肢位が肘関節約90°屈曲位をとることが多く、このため肘関節伸展位のみで確認できる内反肘変形を固定期間中に把握できず、固定除去後、肘関節が伸展する頃になって初めて確認できることが挙げられる。その対策として治療初期の固定期間中に、遠位骨片の内反や内旋をなるべく早く認識し、これらを矯正することが必要と考えた。今回、著者は遠位骨片の内反を知る方法として、Baumann angleの計測を選択した。

BAのX線撮影についてはレントゲン管を上腕遠位端に垂直にあてるようにする。(Dodge¹⁰⁾)ギブスを肘関節屈曲90°以上で装着しているときはレントゲン管を上腕遠位端より少し近位部において上腕骨遠位端をねらうよう心掛けBAの明確な描写に努める。

内反肘発生のメカニズムとしては前述したように理論上、1)近位骨片の外旋、2)遠位骨片の内旋と内反の可能性がある。そのうち著者は2)の可能性に着目し、前腕を回内することにより遠位骨片の外反を得てこれにより肘内反を予防できることを証明した。

D'AmbrosiaやArnoldらは死体標本を用いて前腕回内により遠位骨片の内反を防ぎ得ることを証明したが、著者は新鮮骨折17例に新しい治療法を試み、その追跡調査の結果に基づいて、内反肘の予防には整復時に前腕を回内することにより遠位骨片の内反を防ぐことが最も実際的であることを証明した。

成長線の不均等な発育を内反肘の原因とする考えもあるが(Blount¹¹⁾、Compere¹²⁾ら)骨折線が成長線にかかることは稀であり、この可能性は否定される場合が多いと考える。

VII. 総括および結語

1. 小児上腕骨顆上骨折後に生ずる内反肘の発生機序と予防のために著者は、1951年から1980年までに受傷し、新潟大学およびその関連病院で治療された118例を対象として性、罹患側、年齢、ROM、Carrying Angle、治療方法と転帰について追跡調査しretrospective studyを行った。

2. 調査時、前腕の回外制限5例4.2%に比し回内制

度は64例54%と顕著に高率であった。

3. 内反肘発生頻度は118例中86例72.9%と高い比率を占めており、前項に述べた前腕回内制限と密接な関連があることを認めた。

4. 治療法別成績では徒手整復例と垂直牽引例に内反肘が多く、その発生頻度は前者が79.5%で後者が68.7%であった。

5. 骨折整復直後のX線を分析できるものが46例あり、整復後BAと調査時CAを比較した結果、整復数BAが大きい(80°以上)症例が28例ありそのうちの27例96%が内反肘を伴っていた。整復後BAが小さい(80°以下)症例は18例でこのうち17例94%に内反肘は予防されていた。

すなわち整復後BAが小さければ内反肘が予防できると考えられた。

6. 新鮮骨折例を前腕回内位と回外位に強制し、回内位の方がはるかにBAが小さくなることをX線フィルムで証明した。

7. 著者はprospective studyとして前腕を回内位に固定することにより上腕遠位骨片を外反位に保持する新しい治療法を17例に試みその追跡調査を行った。その結果、内反肘予防率は17例中16例94%と高く、良好な結果を得た。

8. 以上を総合して内反肘の予防で最も実際的で大切なことは、肘関節約90°屈曲位、前腕回内位で骨折を整復固定し、X線によってBAが約75°以内にあることを確認することである。

稿を終わるに臨み、ご指導、ご校閲を賜りました恩師田島達也教授に深甚なる謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) Tachdjian, M.O.: Pediatric orthopedics. Philadelphia: WB Saunders, 1972: 1566~94.
- 2) Sandegaard, E.: Fractures of the lower end of the humerus in children, Acta chir. Scand., 89: 1, 1943.
- 3) Smith, L.: Deformity following supracondylar fracture of the humerus (follow up study), J. Bone and Joint surg., 47-A: 1688, 1965.
- 4) 神中正一: 上膊骨下端骨折472例、とくに通窩骨折, 外科, 3: 625, 1939.
- 5) Baumann, E.: Beitrage zur Kenntniss der Frakturen am Ellbogengelenk unter besonderer

- Berücksichtigung der Spätfolgen, Beitr. f. Klin. Chir., 146: 1, 1929.
- 6) **D' Ambrosia, R.D.**: Supracondylar Fractures of the humerus-Prevention of Cubitus Varus. J. Bone and Joint Surg., 54-A: 1408~1418. Oct. 1972.
- 7) **Arnold, Ja., Nasca, R.J., Nelson, C.L.**: Supracondylar fracture of the humerus: the role of dynamic factors in prevention of deformity. J Bone Joint Surg [Am] 59: 589~595, 1977.
- 8) **Cotton, Frederic J.**: Dislocations and Joint Fractures. 2nd ed. Philadelphia, 1924. W.B. Saunders Co.
- 9) **Hubert, L.**: Supracondylar fracture of the humerus in children.: Journal of Pediatric Orthopedics, 2: 539~546, ©1982 Reven Press, New York.
- 10) **Dodge, H.S.**: Displaced supracondylar fracture of the humerus in children, treatment by Dunlop's traction. J. Bone Jt Surg. 54: 1408, 1972.
- 11) **Blount, W.P.**: Fractures in Children, p. 26. Baltimore, Williams and Wilkins, 1955.
- 12) **Compere, E.L., Banks, S.W. and Compere, C.L.**: Pictoral Handbook of Fracture Treatment. p. 105. Ed. 5. Chicago, Year Book Medical Publishers, 1963.

(平成元年 2月21日 受付)