

先天性近位橈尺骨癒合症に対する 尺骨回旋骨切り併用分離授動術の術後成績

仲宗根素子¹ 宮城 若子² 大久保宏貴¹ 金城 政樹¹
普天間朝上¹ 村瀬 剛³ 金谷 文則¹
¹琉球大学整形外科 ²琉球大学医学部付属病院リハビリテーション部
³大阪大学整形外科

Postoperative Results of Ulnar Rotational Osteotomy with Separation Mobilization Surgery for Congenital Proximal Radioulnar Synostosis

Motoko Nakasone¹ Wakako Miyagi² Hiroataka Okubo¹ Masaki Kinjo¹
Chojo Futenma¹ Tsuyoshi Murase³ Fuminori Kanaya¹

¹Department of Orthopedic Surgery, Graduate School of Medicine, University of the Ryukyus

²Department of Rehabilitation, University of the Ryukyus Hospital

³Department of Orthopaedic Surgery, Osaka University Graduate School of Medicine

目的：近年，先天性近位橈尺骨癒合症の前腕骨に対する3次元変形解析の結果，回内強直位が高い症例では尺骨の内旋変形が高度であることがあきらかになった。これをうけて当科では2012年より高度回内強直位に対して分離授動術に尺骨回旋矯正骨切り術を併用しており，その術後成績を検討した。

対象と方法：2007～15年に手術した，術前回内強直位が50°以上の14例18肢を対象とした。金谷法に基づく橈骨分離矯正骨切り術を行った群（金谷変法群）は11肢，さらに尺骨回旋矯正骨切り術を併用した群（骨切り併用群）は7肢であった。両群間の最終観察時の回内外の可動域を比較した。

結果：術後の平均可動域は，回内が金谷変法群で65°，骨切り併用群で58°と有意差を認めず，回外は金谷変法群で-3.6°，骨切り併用群で27°と有意差を認めた。Total arcは金谷変法群で61°，骨切り併用群で85°と有意差を認めた。

結論：高度回内強直位の本症に分離授動術に尺骨の回旋矯正骨切り術を併用し回外とtotal arcが改善した。

【緒言】

先天性近位橈尺骨癒合症は，橈尺骨が近位で癒合し前腕回内強直をきたす先天性の疾患である。両側が60°以上の回内強直を呈する症例は著明な日常生活動作障害をきたす¹⁾。本症に対する分離授動術は，前腕回内可動域を獲得できる優れた方法²⁾であるが，術前の回内強直位の強い例では，分離授動術後とくに回外方向への可動域獲得が困難であると報告されており，その原因の一つとして前腕骨の変形の関与が示唆されていた^{3,4)}。近年，3次元変形解析の手法で本疾患の前腕の変形解析が行われ，回内強直位の強い症例では尺骨の高度な内旋変形が存在することが明らかとなった⁵⁾。これによりわれわれは2012年から，術前の3次元変形解析をもとに尺骨の回内強直位が高い症例に対して，骨分離・橈骨矯正骨切り・分離部への筋膜脂肪弁の挿入といった従来の分離授動術に，尺骨の回旋矯正骨切り術を追加している。本研究の目的は，術前の前腕回内強直位が高度な症例に対して，従来の分離授動術のみと尺骨回旋矯正骨切り術を併用した群との術後成績を比較

することである。

【対象と方法】

2007年から2015年に当施設で手術を行った本症のうち，術前の骨性回内強直位が50°以上の14例18肢を対象とした。金谷法に基づいた手術を行った群（以下金谷変法群）は11肢（男6女5，平均年齢5.1，橈骨後方脱臼9，脱臼なし2，平均回内強直位77°，術後平均経過観察期間34か月），尺骨回旋矯正骨切り術を併用した群（以下骨切り併用群）は7肢（男3女4，平均年齢4.6，全肢橈骨後方脱臼，平均回内強直位67°，術後平均経過観察期間20か月）であった。2群間の年齢，骨性回内強直位，術後平均経過観察期間に有意差は認めなかった（unpaired t-test, $P>0.05$ ）（表1）。

術前のCTデータより専用ソフトウェアを用い，以下の方法で前腕骨の3次元骨変形の解析を行った。まず，3次元骨モデル作成ソフトウェア（Bone Viewer®; Orthree, Osaka, Japan）を用いて全症例の前腕骨の3次元表面骨モデルを作成した⁶⁾。同様に

Key words : congenital proximal radioulnar synostosis (先天性近位橈尺骨癒合症), separation mobilization surgery (分離授動術), osteotomy (骨切り術)

Address for reprints : Motoko Nakasone, Department of Orthopedic Surgery, Graduate School of Medicine, University of the Ryukyus, 207 Uehara, Nishihara, Okinawa 903-1025 Japan

コントロールとなる正常前腕骨の3次元表面骨モデルを作成し、ISB (The International Society of Biomechanics) に基づいて座標軸を作成した⁷⁾。次に専用ソフトウェア (Bone Simulator®; Orthree) を用いて、正常骨モデルと変形骨モデルの近位と遠位の重ね合わせを行い、近位に対する遠位の変形を座標軸における角度に変換し、数値化した (図1)。これにより屈曲伸展変形、橈屈尺屈変形、内旋変形についてそれぞれ計測した^{8,9)}。2群間の3次元変形に有意差は認めなかった (unpaired t-test, $P>0.05$) (表2)。

手術は金谷法²⁾に基づいて以下のように行った。肘筋を尺骨付着部から分離、翻転し、橈尺骨癒合部を展開した。癒合部を分離し、橈骨頸部で台形骨切りを行い、脱臼した橈骨頭を整復、プレート固定を行った。回外筋力再建のため上腕二頭筋腱を橈骨骨皮質に再縫着した。骨切り併用群では尺骨骨幹部で外旋骨切りを追加した (図2)。再癒合を避けるため尺骨と橈骨の骨切り部が交通しない位置とした。皮膚切開を遠位に伸ばし、尺骨の骨幹中央部を展開し、骨膜を剥離して骨を横切し、遠位を外旋させ、プレートで固定した (図3)。矯正角度は術前の3次元変形解析を参考にし、術中の可動域で回外が30°獲得できる角度に決定した。平均矯正角度は39°であった。全ての症例で、橈尺骨の分離部に肘筋と上腕外側から前腕近位で挙上した有茎筋膜脂肪弁を挿入した (図4)。有茎筋膜脂肪弁の栄養血管は後骨間動脈であるが、太い皮静脈を含めることで veno-accompanying artery fascio-cutaneous flap として

の機能も持たせた¹⁰⁾。肘筋、有茎筋膜脂肪弁とも背側から掌側に引き込んで掌側筋膜に縫着した。術後のリハビリテーションは当院のプロトコールに従って行った¹⁰⁾。

検討項目は術中術後の合併症と術後の前腕回内外可動域とした。術後の前腕回内外可動域は、肩関節屈曲0°外転0°肘関節屈曲90°の肢位で上腕骨の長軸と前腕遠位の掌側面とのなす角とし、徒手的に測定した。2群間で最終経過観察時の前腕回内外可動域を比較した。統計学的処置はunpaired t-testを用い、 $P<0.05$ で有意差ありとした。

【結 果】

金谷変法群では、尺骨の術中骨折と術後の一時的な後骨間神経麻痺をそれぞれ1例認めた。再強直、感染症、骨癒合不全は認めなかった。骨切り併用群では、術後3か月で転倒による尺骨骨折を1例、術後13か月での再強直を1例認め、それぞれ再手術となった。感染症、骨癒合不全は認めなかった。再手術の2例は術後の可動域解析からは除外した。

回内方向の可動域は金谷変法群で65°(45°~80°)、骨切り併用群で58°(55°~60°)で有意差を認めなかった ($P=0.16$)。回外可動域は、金谷変法群で平均-3.6°(-30°~30°)、骨切り併用群で27°(20°~40°)と有意差を認めた ($P<0.01$)。Total arcは金谷変法群で平均61°(30°~100°)、骨切り併用群で平均85°(75°~100°)と骨切り併用群が有意に大きかった ($P<0.05$) (図4)。

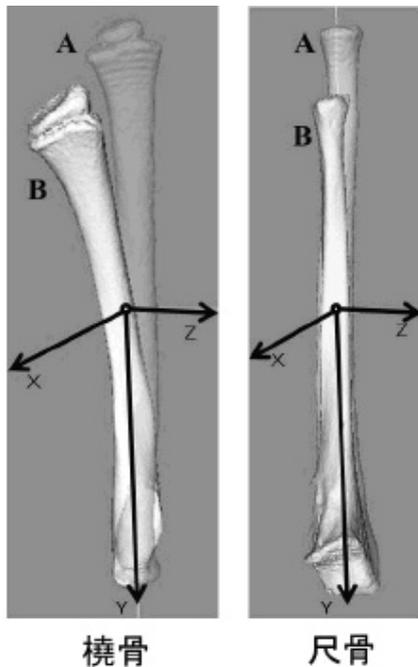


図1 座標軸を持つ正常骨モデル (A) に変形骨 (B) の近位と遠位を重ね合わせる。

表1 患者背景

| | 金谷変法群 | 骨切り併用群 | P 値 |
|-----------|---------------|---------------|-------|
| 症 例 | 11 | 7 | |
| 男:女 | 6:5 | 3:4 | |
| 年齢 (歳) | 5.3 (4~7) | 4.6 (4~8) | 0.24 |
| 回内強直位 (°) | 77 (55~97) | 67 (52~86) | 0.13 |
| 橈骨頭 | 後方脱臼 | 7 | |
| | 脱臼なし | 0 | |
| 経過観察 (月) | 34 (12~65) | 20 (12~27) | 0.061 |

表 2 3次元変形解析

| | 変形 | 金谷変法群 (°) | 骨切り併用群 (°) | P 値 |
|----|----|--------------------|-------------------|-------|
| 橈骨 | 尺屈 | 9.3 (5.6 ~ 15) | 11 (9.1 ~ 13) | 0.079 |
| | 屈曲 | 10 (-5.5 ~ 22) | 15 (7.5 ~ 24) | 0.20 |
| | 内旋 | 34 (4.4 ~ 61) | 18 (1 ~ 45) | 0.092 |
| 尺骨 | 橈屈 | 5.6 (1.2 ~ 13) | 8.7 (2.2 ~ 20) | 0.14 |
| | 屈曲 | -0.26 (-7.9 ~ 3.6) | 0.27 (-4.0 ~ 5.5) | 0.41 |
| | 内旋 | 53 (29 ~ 67) | 46 (27 ~ 57) | 0.052 |



図 2 尺骨骨切り追加例の単純 X 線像.



図 3 尺骨骨切り追加例

尺骨の骨幹中央部を展開し、骨膜を剥離して骨を横切し、遠位を外旋させ、プレートで固定した。

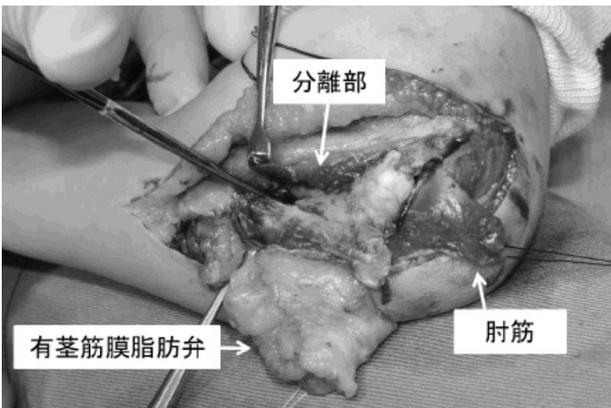


図 4 有茎筋膜脂肪弁

上腕外側から前腕近位で挙上した有茎筋膜脂肪弁および肘筋を分離部へ挿入。

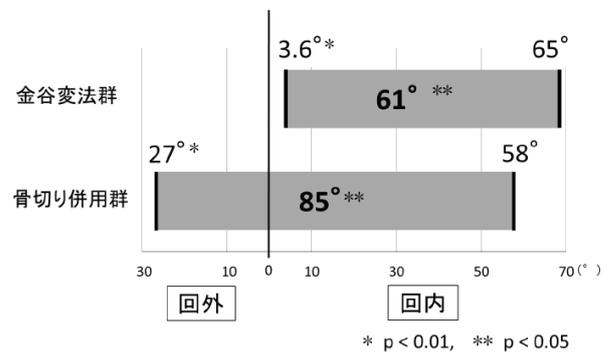


図 5 両群における術後回内外可動域

骨切り併用群は金谷変法群に比べて有意に回外可動域および total arc が良好であった。

【考 察】

先天性近位橈尺骨癒合症の前腕骨に対する3次元変形解析により、尺骨には内旋変形が存在し、回内強直位と相関があることが明らかとなった⁵⁾。新鮮死体を用いた動態解析で、尺骨の20°以上の内旋変形ではtotal arcは変わらないが回外方向の可動域が減少すると報告されている¹³⁾。これらから、われわれは回内強直位の強い症例で術後の回外獲得が困難である原因の一つに、尺骨の内旋変形が挙げられると考えた。

これまで、本症の分離授動術における尺骨の回旋矯正骨切りの併用に関しては症例報告が散見されるのみで^{4,14)}、まとまった術後成績は報告されていなかった。われわれは術前の回内強直位の強い症例に対し、金谷法に基づいた橈尺骨の分離・近位での橈骨の矯正骨切り・分離部への有茎筋膜脂肪弁の挿入といった分離授動術のみ行った群と、さらに尺骨回旋矯正骨切りを追加した群とで、術後の前腕可動域について比較を行った。その結果、尺骨回旋矯正骨切り術を追加した群で、前腕回外可動域およびtotal arcが有意に良好であることが明らかとなった。

術前の3次元変形解析では、金谷変法群と骨切り併用群の尺骨の平均内旋変形はそれぞれ53°、46°であり、回外方向への運動に障害を与えていると考えられた。尺骨の外旋骨切りを行うことで、この変形が矯正され、回内方向へ偏った可動域を改善することが出来たと思われる。また、回外方向の獲得だけに留まらずtotal arcが増加した原因として、尺骨骨幹部で骨切りしプレート固定を行う際に、骨膜や軟部組織を剥がす操作によって骨間膜の緊張が緩和されたことと、回外方向の可動域の獲得が術後のリハビリテーションを促進させたことが考えられた。回外可動域が得られることで、より使いやすい手となり、日常生活や遊び、スポーツを通じて患肢を動かすことが出来るようになったため、良好な可動域が獲得できたと考えられた。

本研究結果より、術前の回内強直位の強い症例に対して分離授動術に尺骨の外旋方向への矯正骨切り術を追加することで、術後の前腕機能が有意に改善することが明らかになった。

【結 語】

先天性橈尺骨癒合症の50°以上の強度回内強直位に、尺骨の回旋矯正骨切りを併用することで、金谷変法における術後の回外可動域とtotal arcが改善した。

【文 献】

- 1) Cleary JE, Omer GE Jr : Congenital proximal radio-ulnar synostosis. Natural history and functional assessment. J Bone Joint Surg Am. 1985; 67:539-45.
- 2) Kanaya F, Ibaraki K : Mobilization of a congenital proximal radioulnar synostosis with use of a free vascularized fascio-fat graft. J bone Joint Surg . 1998; 80: 1186-92.
- 3) 金城正樹, 普天間朝上, 岳原吾一ほか : 先天性橈尺骨癒合症. . 整・災外. 2008 ; 51 : 191-7.
- 4) 坂本相哲, 土井一輝, 服部泰典ほか : 遊離血管柄付き脂肪移植, 矯正骨切り術による先天性橈尺骨癒合症における治療成績と新しい矯正骨切り方の試み. 日本マイクロ会誌. 2010 ; 23 : 347-54.
- 5) 仲宗根素子, 仲宗根哲, 金城政樹ほか : 先天性近位橈尺骨癒合症に対する前腕骨の3次元変形解析. 整外と災外. 2015 ; 64 : 328-31
- 6) Lolesen WE, Cline HE : Marching cubes: a high resolution 3D surface construction algorithm. Comput Graph. 1987; 21: 163-9.
- 7) Wu G, van der Helm FC, Veeger HE, et al : ISB recommendation on definitions of joint coordinate systems of various joints for the reporting of human joint motion—Part II: shoulder, elbow, wrist and hand. J Biomech. 2005; 38: 981-92.
- 8) Murase T, Oka K, Morimoto H, et al : Three-dimensional corrective osteotomy of malunited fractures of the upper extremity with use of a computer simulation system. J Bone Joint Surg Am. 2008; 90: 2375-89.
- 9) Miyake J, Murase T, Yamanaka Y, et al : Three-dimensional deformity analysis of malunited distal radius fractures and their influence on wrist and forearm motion. J Hand Surg Eur. 2012; 37: 506-12.
- 10) 金城政樹, 普天間朝上, 堀切健士ほか : 遊離血管柄付き筋膜脂肪弁移植を用いた授動術 — 先天性橈尺骨癒合症 —. 整・災外. 2015 ; 58 : 637-44
- 11) Tarr RR, Garfinkel AI, Sarmiento A: The effects of angular and rotational deformities of both bones of the forearm: an in vitro study. J Bone Joint Surg Am. 1984; 66: 65-70.
- 12) Matthews LS, Kaufer H, Garver DF, et al : The effect on supination-pronation of angular malalignment of fractures of both bones of the forearm. J Bone Joint Surg Am. 1982; 64: 14-7.
- 13) Dumont CE, Pfirrmann CW, Ziegler D, et al : The effect of rotational malunion of the radius and the ulna on supination and pronation. J Bone Joint Surg Br. 2002; 84:1070-4.
- 14) 鬼木泰成, 加藤悌二, 薬師丸俊ほか : 尺骨骨切りを加えた先天性橈尺骨癒合症に対する金谷法の経験. 整外と災外. 2003 ; 52 : 116-9.