

高橋 昌美

湊 省

成瀬 章

樋口 幸夫

遠藤 健次

松森 茂

小松島赤十字病院 整形外科

## 要 旨

小児の上腕骨顆上骨折は、高所からの転落、転倒の際、日常でよくみられる肘外傷である。安易に治療されると、種々な合併症を起こす可能性がある疾患である。まず、機能障害を残さないことを第一に心がけた上で、内反肘という外見上の醜状変形をできるだけ防止したい。内反肘は、種々の因子の積みかさねで発生しており、今回我々は、その成因及び過程について検討した。結果、起こりやすい骨折型に回旋性の不安定性が潜在している場合、長軸方向への圧迫力が加わると、急性、亜急性をとわず、内側部が中枢側に転位して内反変形を起こす、という機序が推察された。治療については、徒手整復後の肘頭牽引を中心とした保存的治療を第一選択としているが、牽引中の整復位が不良の場合は、観血的治療に変更している。今後、ますます経皮的ピンニングや観血的手術が急増してくるだろうが、自然矯正をフルに活用した安全な保存的治療をあくまで基本と考えたい。

キーワード：小児上腕骨顆上骨折、内反肘、治療法

## はじめに

小児上腕骨顆上骨折は、高所から転落、転倒し、手をついた際によくみられる肘外傷の一つである。合併症として、フォルクマン拘縮と呼ばれる循環障害が重大であるが、非常にまれである。神経損傷による麻痺も多くは自然に回復する。他に、骨折治癒後に多発する内反肘という肘変形がある。この内反肘は、以前より、その成因には様々な議論がある。また、上腕骨顆上骨折の治療法にいたっては、保存的治療から全く正反対の観血的治療の立場まであり、これほど治療に関して一定のコンセンサスが得られていない疾患は他にない、といっても過言ではない。今回、我々は上腕骨顆上骨折を、とりわけ内反肘症例を詳細に検討し、多少の知見が得られたので報告する。

## 対 象

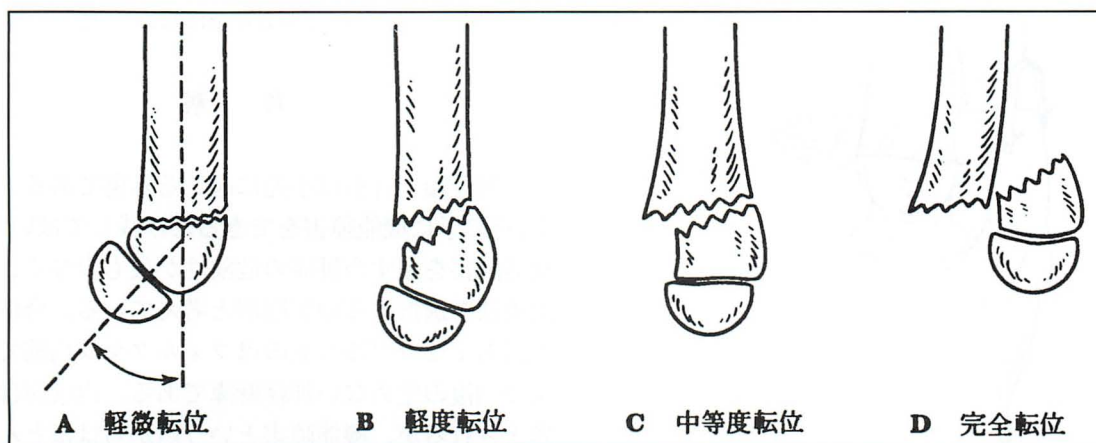
平成3年から平成9年まで、当院にて入院治療を行った上腕骨顆上骨折は43例で、男児30例、女児13例、右16例、左27例と男児で左にやや多い。受傷年齢は1才3ヵ月から14才8ヵ月まで、平均7才1ヵ月であ

る。高度内反肘をきたし、外反矯正骨切り術を行った症例は8例で、当院で骨折から治療した症例3例、他医からの紹介5例である。男児5例、女児3例で、右4例、左4例である。骨折受傷平均年齢は5才2ヵ月と全骨折症例平均より若い。手術施行年齢は6才4ヵ月から10才9ヵ月で、平均8才5ヵ月である。

骨折型は、伸展型40例(93%)、屈曲型3例(7%)である。伸展型骨折をSmith分類に順じて分類すると<sup>1) 2)</sup>、minimal displacement 1例(2%)、mild displacement 11例(26%)、moderate displacement 12例(30%)、complete displacement 16例(40%)である(図1)。高度内反肘症例の内、当院治療例(3例)の骨折型は、mild displacement 1例、moderate displacement 2例と骨折の転位度とあまり関係ない。また、他医からの紹介例はすべて不明である。この内、経過を追え調査検討できた症例は、骨折例32例、矯正骨切り術例8例である。

## 調査検討項目

調査は、主に合併症(循環障害、神経損傷、他の合併骨折等)および内反肘の有無について行った。内反肘のレ線上の評価は<sup>3)</sup>、正面像からのCarrington angle(CA、正常値5°~15°)を用いたが、肘屈曲時は、



- A : Fracture with minimal displacement (less than 20 degrees loss of forward tilt)  
 B : Fracture with mild displacement (more than 20 degrees loss of forward tilt)  
 C : Fracture with moderate displacement (displacement in one or more directions)  
 D : Fracture with complete posterior displacement, angulation, rotation, and over-riding (marked as a complete displacement, angulation and over-riding)

図1 上腕骨顆上骨折の転位による分類(Smith<sup>1)</sup>)

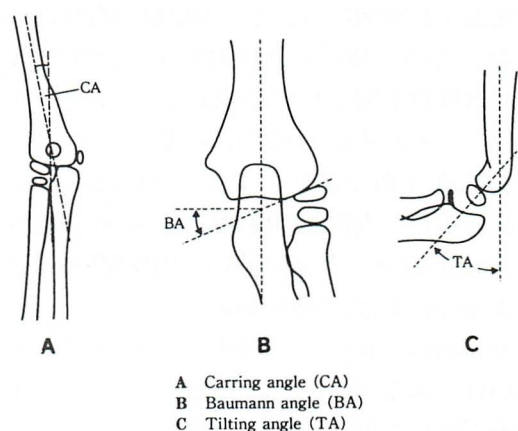
CA が測定できず上腕骨正面像から得られる Baumann's angle (BA、正常値 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ ) を参考にした。レ線側面像からは、Tilting angle (TA、正常値 $35^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ) を求め、可動域との関係を検討した(図2)。さらに、内反肘症例に対しては、受傷時の骨折の状態から治療中のレ線経過、さらに内反肘の発生に至るまで、と詳細に関係する因子について検討した。

## 合併症

フォルクマン拘縮(循環障害による筋肉の阻血性壊死)は、平成3年からはなかったが、受傷直後から橈骨動脈が触知不能な症例が1例みられた。当初、認められた知覚・運動障害は2～3日中に消失したが、脈は受傷後2週たっても触れていない。上腕動脈閉塞するも側副血行にて循環が保たれ、大事に至らなかった症例である。

神経損傷は、10例(23%)に合併しており、内訳は正中神経3例、橈骨神経2例、尺骨神経5例である。尺骨神経の2例、正中神経の1例は知覚障害のみの軽症である。全例とも保存的治療にて回復した。

合併骨折は4例にみられ、橈骨遠位端骨折3例、橈・尺骨遠位端骨折1例であり、全例とも転位の程度は軽く保存的に治療した。上腕骨顆上骨折のうち1例だけが開放性骨折であった。



- A Carrington angle (CA)  
 B Baumann angle (BA)  
 C Tilting angle (TA)

図2 X線計測法<sup>3)</sup>

## 治療法

治療は牽引療法を中心とした保存的治療を第一選択としている。牽引せずに観血的治療を行った症例は4例で、開放性骨折例、屈曲骨折2例、他医より整復不能で橈骨神経麻痺合併例である。麻酔下(伝麻、全麻)に、徒手整復術を行い、整復位が良好でかつ安定している場合は、ギプス固定を行っている。43例中17例(39%)がそうである。整復後の整復位の保持が困難な場合は肘頭牽引(肩 $90^{\circ}$ 前方挙上、肘 $90^{\circ}$ 屈曲肢位)を行い(図3)、平均15日目にギプス固定を行っている。43例中16例(37%)である。さらに、牽引後も整復位が不良な6例(13%)に対し手術を行った。平成3年に2例経皮的ピンギングを行ってからは、観血的手術を原則としており、4例に手術を行った。



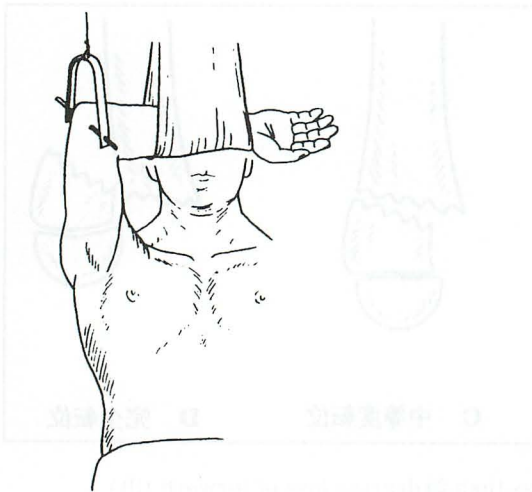


図3 肘頭直達牽引

## 成績

### 内反肘

経過を追えた32例について、内反肘の有無について検討した。骨折治癒時、外反肘を呈した症例は20例(63%)、内反肘7例(22%)、ほぼ直角位5例(16%)であった。内反肘症例の内、CA $5^{\circ} \sim 9^{\circ}$ が3例、CA $10^{\circ}$ 以上が4例であり、4例中3例に外反矯正骨切り術を行った。当院の内反肘症例の骨折受傷時平均年齢は6才4ヵ月と全体より若い。内反肘例のSmith分類による骨折型は、mild type 2例、moderate type 3例、complete type 2例と転位の程度とはあまり関係ない様である。治療法は、整復後ギプス固定4例、整復後牽引続いてギプス固定3例で、ギプス固定に共通している。

### TAと可動域

受傷後少なくとも3ヵ月以上の経過を追えた18例について、TAと可動域について検討した。まず肘の屈曲角については、ADL上支障があるといわれる $110^{\circ}$ 以下の症例はない。軽度障害例(屈曲角 $120^{\circ} \sim 125^{\circ}$ )の症例を調べてみると、骨折治癒時のTAが $30^{\circ}$ 以下の症例に圧倒的に多い。これは以前から報告されており<sup>14)</sup>、また理論上も無理がない。レ線上、TA減少例は骨折部での前方凸の変形があり、屈曲時の橈尺骨の前方部と接触し、屈曲制限となっている例もある。伸展時に、肘関節の可動域が制限される。これは、骨折部での前方凸の変形が原因で、肘関節の可動域が制限される。これは、骨折部での前方凸の変形が原因で、肘関節の可動域が制限される。

も検討したが、明らかな関係はなかった。

## 考 察

上腕骨顆上骨折は小児に起こる外傷である。それゆえ、その子に機能障害をできるだけ残してはいけない。機能障害を残す合併症の危険性が最も少なく、安全な治療法を選択するのが原則と考えている。合併症のうち最もミゼラブルなものはフォルクマン拘縮であり、次に回復の望めない神経麻痺である。内反肘はよく話題とされるが、機能障害という点からはほとんど問題ないのである。

### フォルクマン拘縮<sup>4)</sup>

筋肉の循環障害が起こり、筋肉の阻血性壊死に至る病態である。発生原因は、肘の主要血管が障害されて末梢部の前腕部が阻血されて発症する場合と、前腕部が直接挫滅されて生じる場合(コンパートメント症候群)がある。典型的な症状は5P徴候といわれ、Pain、Pallor、Paresthesia、Pulselessness、Paralysisであるが、絶対的なものでない。橈骨動脈は触知される場合も、されない場合もある。前腕の腫脹、固さや圧痛の程度、また指を他動的に伸展した際の痛みの発現(Passive stretch test)等、総合的な判断が要求される。本症が疑われた場合、まず不適切な固定や包帯を除去し、牽引療法(肘頭、垂直)を行ってみる。牽引に先立ち整復するかどうかは意見の分かれるところであるが、私自身は愛護的な整復はした方がよいと考えている。実際、下肢の骨折で変形を矯正することで脈が触れることがあるからである。牽引後も循環不全の状態が続くようであれば手術の適応である。手術前に動脈造影等の検査が必要な場合もある。多くの場合は、骨折部での血管損傷が疑われるので骨折部を展開し、骨折の整復、固定を行った後に血管の処置を行う。原因は単なる圧迫やSpasms、血栓、断裂等が考えられるが、状況に応じた適切な治療が必要である。前腕筋膜の切開は、コンパートメント症候群の有無による。Golden timeは6～8時間といわれており、早急な対応が望まれる。次に、急性期が過ぎ上腕動脈は閉塞されているが、側副血行で保たれていて、手術後に回復する可能性がある。これは、骨折部での前方凸の変形が原因で、肘関節の可動域が制限される。これは、骨折部での前方凸の変形が原因で、肘関節の可動域が制限される。



## 神経損傷<sup>4)</sup>

本骨折に合併する神経損傷の発生率は10～20%の報告が多く<sup>4)</sup>、当院でも43例中10例(23%)と同程度である。尺骨神経が多い点、他の施設とやや異なるが、5例中2例は不全型である。神経損傷と骨折型や転位の方向、損傷機転等については省略する。ほとんどの場合は受傷による原因であるが、医原性<sup>5)</sup>の原因もある。たとえば、頻回な徒手整復操作による正中神経損傷や経皮的ピンギングによる尺骨神経損傷である。当院では、全例約3～6ヵ月間で回復しており、また、手術時の所見から神経の断裂がみられたことがなかったことから、神経損傷の治療は保存的治療が原則と考えている。ただ、開放性骨折例や骨折部の整復保持が困難な症例は、観血的手術の際に直視下に確認する。神経麻痺のみで手術の積極的適応はないと思っている。文献的には、神経の断裂や神経の骨折間への嵌入例が報告されているが<sup>13)</sup>、その場合には、神経麻痺症状の回復傾向が経過中全くみられず、後から神経の処置を行っても問題はない。

## 内反肘

以前から、内反肘については全く機能障害はなく、単なる外見上の問題としてのみ取り扱われてきたが、最近では、高度な内反肘(CAが20°以上)は、遅発性尺骨神経麻痺や不安定肘、習慣性の橈骨頭脱臼等を起こす症例が報告されている<sup>5)</sup>。また、ADL上特に支障なし、といっても学校での体育授業たとえば鉄棒、跳び箱、逆立ち等の競技では、不自由、苦手を訴えることが多く精神的ストレスになるだろうと予想される。ただ単に外見上の問題というわけにはいかない理由である。では、内反肘がなぜ起こるのか?という疑問が起こる。成因については、一次発生説、二次発生説及び両者の合併説に分かれる。一次発生説とは、骨折の変形治癒によって発生する考え方で、二次発生説とは骨折治癒後の成長障害によって発生するという考え方である<sup>6)</sup>。当院では、全例、一次性的要因と思われたが、内反肘7例中1例にX線上骨端核の不整像がみられ、一次性に二次性的要因が加わった可能性がある。外反肘例にも疑わせる1症例があり、今のところ合併説の立場をとっている。次に、どのような骨折型に、どのような時期に、どのような機序で起こるかという問題が残る。以下、我々の経験例をもとに検討したい。

骨折型は、2つのタイプが認められた。タイプ1は、

正面像で内側部が潰れた一見若木骨折様の骨折である。側面像では、後方屈曲転位している例が多い。タイプ2は、上腕骨末梢側の骨折(関節包のレベル)で、骨折端が不整であったり、粉碎されている型である。特に、内側皮質が強く損傷されていたり、内側に第3骨片がある場合は悪い。また、末梢骨片が内側へshiftしている例も多い<sup>7)</sup>。側面像での転位は様々である。この骨折型に回旋性の不安定性が潜在している場合が問題となるが、受傷時のX線像(転位の型、程度)からは判定しにくい。タイプ1は整復も容易であり、また、ほぼ良好な整復位が得られるため安定型の骨折と判断し、ギプス固定される場合が多い。ギプス内で、骨折部に長軸方向への圧迫力が加わると、整復時の極軽度内反した状態から、急性期より内反変形を起こす。タイプ2は、治療としては牽引になることが多く、牽引中の整復位は割と良好である。2～3週間後、続いてギプス固定された亜急性期に内反変形が起こる。上腕骨は、解剖学上末梢ほど薄く、内側はさらに薄い。回旋性の不安定性がある場合、外側部が合致し、内側部は回旋転位を残す。そこに、長軸方向への圧迫力が加わると、外側部が支点となり、内側部が中枢方向へ引っばられ内反変形となる。以上、内反肘は起こりやすい骨折型に回旋性の不安定性が潜在している場合、長軸方向への圧迫力が加わると、急性、亜急性期をとわず内反変形が起こるのではないかと、いう作用機序が推察された。

ここで実例を共覧する(図4～図11)。



図4 タイプ1の受傷時X線像  
内側部が潰れた若木骨折様の骨折型である

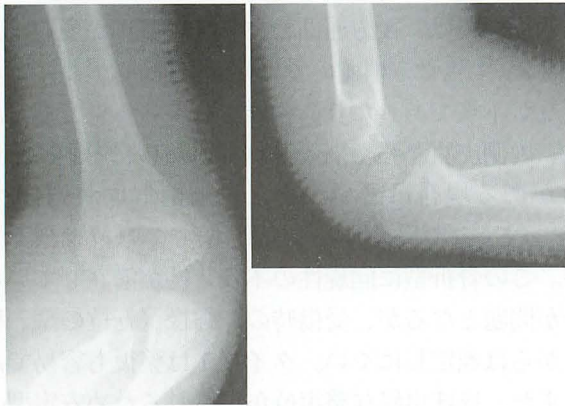


図5 徒手整復後のX線像  
正、側面像ともほぼ整復されている



図8 タイプ2の受傷時X線像  
正面像では末梢骨片が内側へ、  
側面像では後方へ転位している

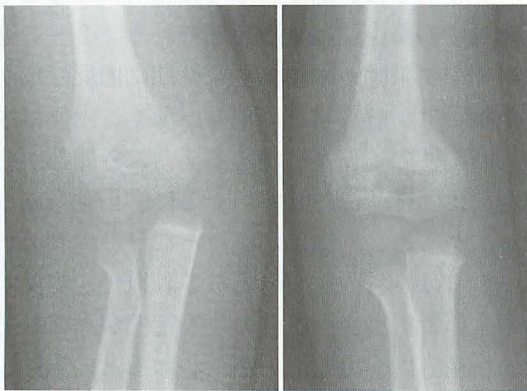


図6 ギプス固定中のX線正面像  
4日目、21日目と徐々に内反変形を生じている

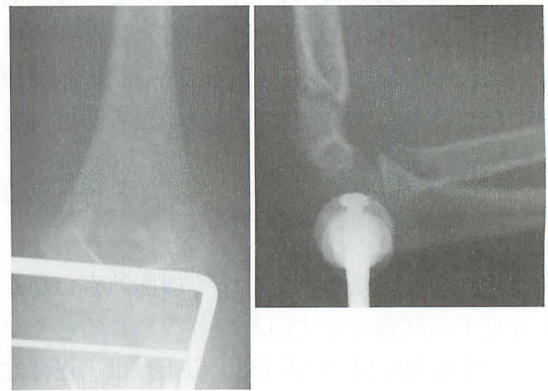


図9 鋼線牽引中のX線像  
正、側面像とも整復位は割りと良好である



図7 1年8ヵ月後のX線像  
CA-18°の内反肘を認める



図10 1ヵ月後（ギプス固定後2週間目）のX線像  
正面像では内反変形が、側面像では  
anterior spikeがみられる





図11 9カ月後のX線像  
正面像ではCA-13°の内反肘を、  
側面像では回旋変形を認める

## 治療法

一定のコンセンサスが得られた治療法はないので、我々の方針について述べる。基本は、危険の少ない安全な治療法が第一選択となる。したがって、保存的治療といえども、鋭角位のギプス固定は第一選択となりにくく、牽引療法を第一に選びたい。牽引には垂直牽引と肘頭牽引があるが、基本的には単純に長軸方向に引く、つまり生理的外反肘を作るというより、まっすぐな肘を作るという治療と考えたい。垂直牽引の最大の欠点は、伸展型骨折に対し肘伸展位とすれば、当然、後方へ転位した末梢骨片の整復保持は困難という点である。これに対し、軽度の屈曲制限のみで、また、自然矯正が期待できると反論している。肘頭牽引は、後方転位には有利であるが、牽引時の内反度がチェックしにくいとの欠点がある。原理的には、牽引中は内反となりえず、上腕骨正面像からのBAが参考となる。以上より、我々は肘頭直達牽引を採用している。前述した如く内反肘は、牽引中より牽引後のギプス固定中に発生している。したがって、牽引の期間の問題、ギプス前の重錘の調節、ギプス固定肢位等の工夫は今後必要となる。牽引中、骨折部が不安定な症例（著明な回旋転位例や正側両面での転位のある例）に対しては手術を行った。43例中6例（14%）で、平成3年に2例経皮的ピンニングを行ってから観血的手術を行っている。その他、開放性骨折例、屈曲骨折2例、他医か

らの神経麻痺例については牽引せずに観血的手術を行った。観血的骨接合術の展開についても、内外両側進入、後方進入、前方進入等、様々である。後方進入で三頭筋をはずしての展開は、侵襲が少し大きい。前方進入は、視野が狭くピンニングの際は経皮的となる。内外両側進入が骨接合という観点からは合目的である。しかし、技術的に許され、また外側のみの展開で目的が達せられるならば、小児対象なので侵襲は少ないにこしたことはない。もちろん完全整復を全例に目差すのであるが、たとえ多少の外反位固定や回旋位固定が残ったとしても、強固に固定されて短縮さえ起こさなければ、内反変形とはならない。逆に、両側からの完全整復を目標に手術された症例に内反肘例が散見されているのも事実である。次に、固定力の問題となる。外側のみの進入では、当然、外側よりの2本（3本）のピン刺入となる。固定力が弱いのでは？という批判を受けそうだが、骨折部で同じ位置を通らないように刺入角度さえ変えれば、骨折部の回旋転位は起こらない。また、直視下に刺入するために視覚、触覚等をフルに活用し、最適位に刺入でき全く問題はない。以上から、当院では外側進入の外側からのみのピン固定を基本としているが、場合によっては臨機応変に対応している。最近では、経皮的ピンニングを勧める報告が多い<sup>8)</sup>。確かに侵襲は少なく、入院も短かく、良い方法と思う。しかし、観血的手術の内の多くは骨折間に介在物があり、それが整復障害因子となっている。さらに、直視下でのピン刺入でも容易でない上に、腫脹した肘を助手が整復位を保持しつつ、イメージで確認しながら数回で良好な位置に刺入するのは、高度な技術を要する。当然、トラブルも発生しやすい。内側からピン刺入の際の尺骨神経損傷がそうであり、ピンでの損傷は回復が悪い。そのため、内側から刺入しない各種の方法を唱えているが、全例に強固な固定性を得ることは、かなり大変と思われる。固定がしっかりしなければ内反肘が起こりうる。そうとはいえ、有利な点も多く、私としては前述した内反変形になりやすいタイプ1（mild type）、moderate typeの内整復位が安定し、保持が容易な例には適応可能と考えている。

## 外反矯正骨切り術

他の報告でも、CA-15°以上、7才～13才の子供に手術適応があるといわれているが<sup>6)</sup>、当院でも、CAが-10°～-25°の内反肘8例に外反矯正骨切り術



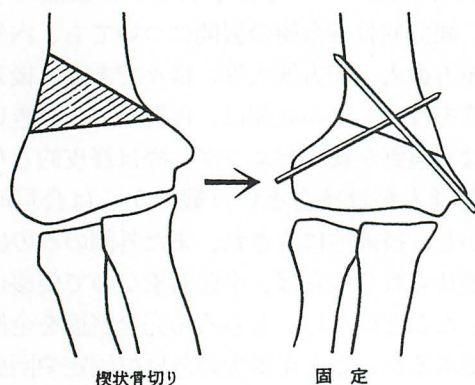


図12 外反矯正骨切り術<sup>12)</sup>

を行った<sup>12)</sup>。平均年齢8才5ヵ月、術前CA-16°で、術後CAは経過中にピンが抜け元の内反肘に戻った1症例を除き、+3°と改善されている。手術方法は、外側筋間中隔よりの進入で、末梢辺が関節線と平行となるwedge osteotomyを行っている(図12)。TAも減少している例が多く、TAも完全に矯正するという人<sup>9)</sup>と、全く必要ないという人<sup>10)</sup>に分かれる。我々は、中間的で適度な矯正を追加している。固定法は、外側のみのピン刺入を行っているが、前述したピン抜去例があり、骨折時のピン固定よりさらに強固な固定力が要求される。約4-6週間のギプス固定後、後療法となるが、特にリハビリテーションは行っておらず、各自に任せている。術後経過では、可動域制限を残した症例はなく、TAの矯正分、屈曲制限が改善された例さえある。

#### 自然矯正能

小児に特有な能力として自然矯正能がある。ただ、すべての変形に対し平等に起こるわけではなく、また長期的観察が必要なため正確にはわからない。以前より、内外反変形に対しては矯正能がない、との意見で一致しており、事実、相当な内反肘例が存在していることでもわかる。それでも7才以下は不確かである。同様に、回旋変形に対しても矯正能はないとされてきたが、最近では、かなりの矯正が認められたという少数例が報告されている<sup>11)</sup>。今後の検討を見守りたいが、私個人としては、矯正能はあると思っている。また、残存した回旋変形のほとんどは肩関節で代償され問題はない。小頭傾斜度(TA)については、約10°~20°位の矯正が可能といわれている。TAが30°以下に軽度の屈曲制限がみられるという結果から考え合わせると、骨折整復時少なくともTAが20°以上には保ちたい。

#### おわりに

長期間の入院の必要もなく、完全な整復位が目指せる手術療法が今後さらに増えるだろうと予測される。手術療法には、必ず危険をとめない、まだまだ解決されてない問題も多い。小児独自の自然矯正という治癒力をフルに活用した保存的治療をあくまでも基本にしたいと考えている。

#### まとめ

1. 平成3年から当院で入院加療した小児上腕骨顆上骨折43例について検討した。
2. 合併症には、フォルクマン拘縮、神経損傷、内反肘等があり、機能障害を残さないことが大切である。
3. 内反肘は32例中7例にみられ、内反肘になる成因について考察した。
4. 治療は、徒手整復、肘頭牽引後のギプス固定を基本としているが、牽引時の整復位が不良な場合は観血的手術の適応となる。
5. 現在、明らかにされている自然矯正能について述べた。

#### 文 献

- 1) Smith, F.M. : Fracture of lower extremity of humerus, Surgery of the Elow, Saunders, 1972
- 2) 田島 明 : 上腕骨顆上骨折に対する徒手整復法. MB Ortho 62 : 15-25, 1993
- 3) 梶原敏英 : 小児上腕骨顆上骨折の治療. 整・災外 40 : 477-483, 1997
- 4) 田中寿一 : 上腕骨顆上骨折の早期合併症とその対策. MB Ortho 62 : 71-77, 1993
- 5) 阿部宗昭 : 内反肘による機能障害. MB Ortho 62 : 91-98, 1993
- 6) 坂巻豊教ほか : 幼小児上腕骨顆上骨折後の内反肘. 臨整外 12 : 1059-1068, 1977
- 7) 阿部宗昭 : 小児上腕骨顆上骨折治療上の問題点. 整・災外 24 : 5-14, 1981
- 8) 阿部宗昭 : 上腕骨顆上骨折に対する経皮ピンング. MB Ortho 62 : 53-60, 1993

- 9) 石津恒彦ほか : 内反肘に対する最近の治療方法. 整・災外 40 : 499-505, 1997
- 10) 村上宝久ほか : 垂直牽引法. 整・災外 26 : 27-36, 1981
- 11) 岡 義範ほか : 上腕骨顆上骨折に対する牽引療法. MB Ortho 62 : 41-51, 1993
- 12) 川田 平ほか : 上腕骨顆上骨折の治療. 整形外科 20 : 491-494, 1969
- 13) 田島 明 : 小児上腕骨顆上骨折の合併症. 関節外科 12 : 60-72, 1993
- 14) 井上 博 : 上腕骨顆上骨折. 小児四肢骨折治療の実際 : 47-69, 金原出版, 東京, 1992
- 15) 三輪清志ほか : 小児上腕骨顆上骨折の予後. 整形外科 39 : 31-37, 1988

---

## Supracondylar Fracture of the Humerus

Masami TAKAHASHI, Akira MINATO, Akira NARUSE, Yukio HIGUCHI  
Kenji ENDO, Shigeru MATSUMORI

Division of Orthopaedic Surgery, Komatushima Red Cross Hospital

Pediatric supracondylar fracture of the humerus is a common elbow injury seen at falling from an elevated spot or turning over. When the injury is not treated carefully, various complications may occur. As first intending not to leave functional disturbance, the ugly deformation called cubitus varus must be prevented as well as possible. The cubitus varus occurs by accumulated various factors. In this study, we studied its etiology and course. Consequently, the following mechanism was inferred : when rotational instability in the particular fracture type is latent and compression is added to the longitudinal axis direction, regardless of whether it is acute or subacute, medial tilt of the distal fragment causes varus deformity. As for treatment, conservative treatment mainly with wire traction through the olecranon after reduction is the first option. When the reduction position is poor during traction, we change the treatment to operative treatment. Although it is expected that subcutaneous pinning or surgery will increase rapidly in the future, as a rule, basic safe conservative treatment making the best use of natural correction should be considered.

Keywords : supracondylar fracture of the humerus, cubitus varus, treatment

Komatushima Red Cross Hospital Medical Journal 3 : 80-87, 1998

---