

## 血管損傷により観血的治療を行った小児上腕骨顆上骨折

山田 哲也 野本 栄 佐々木 亨  
埼玉石心会病院整形外科

## Surgical Treatment for Pediatric Supracondylar Humeral Fractures with Pink Pulseless Hand

Tetsuya Yamada Sakae Nomoto Toru Sasaki  
Department of Orthopaedic Surgery, Saitama Sekishinkai Hospital

小児上腕骨顆上骨折において、橈骨動脈拍動は消失するも末梢血流は保たれる pink pulseless hand (PPH) に動脈展開を行うか否かは議論がある。PPH に動脈展開を行った症例を検討し、動脈展開の是非を考察した。過去 5 年間に当院で治療した小児上腕骨顆上骨折 33 例中、徒手整復後の PPH 4 例を対象とした。全例で動脈を展開し外膜切除を行って拍動は再開した。最終観察時成績良好で長期的な予後不良を示唆する所見もなかった。PPH には保存的な経過観察が近年の主流である。しかし、経過観察中に増悪し動脈展開が必要になることが稀にあり、経過観察の長期予後は明らかでない。PPH の動脈展開の成績は良好であり、患者の同意が得られれば早期の動脈展開は安全確実な対応と考える。今後、PPH の長期予後を明らかにする必要がある。

## 【緒 言】

橈骨動脈の拍動を触れない小児上腕骨顆上骨折の治療は、末梢血行不良例では即時動脈展開が行われるが、末梢血行の保たれた、いわゆる pink pulseless hand (PPH) では動脈展開か経過観察か議論がある。American Academy of Orthopaedic Surgeons (AAOS) は 2015 年 6 月、血管損傷を伴う小児上腕骨顆上骨折治療の基準として appropriate use criteria (AUC) を発表した<sup>1)</sup>。AUC では PPH は入院、経過観察が勧められている。本研究の目的は、PPH に動脈展開を行った症例を検討し動脈展開の是非について考察することである。

## 【対象と方法】

2010 年 4 月から 2015 年 7 月に当院で治療した小児上腕骨顆上骨折 33 例のうち徒手整復後の PPH 4 例を対象とした (表 1)。年齢は 6～7 歳、骨折型は全例 Gartland III 型で経過観察期間は 9～54 か月 (平均 32.5 か月) であった。正中神経完全麻痺合併が 2 例あり、コンパートメント徴候は認めなかった。可能なかぎり受傷当日に骨折の整復固定手術を行い、手外科専門医不在時や麻酔科対応不可能時には可及的早期の整復固定手術を行った。整復後に拍動消失を認めた場合、承諾が得られれば即時動脈展開を行った。4 例中 1 例は受傷当日に整復固定手術を行い、拍動消失していたもの手外科専門医不在のため 4 日後に動脈展開を行った。他の 3 例は整復固定手術時に動脈展開を行った。以上 4 例の術中、術後成績を検討した。

表 1 症例の内訳

症例	年齢	性別	拍動消失	拍動消失以外の 6P1C 徴候	受傷から動脈展開までの期間	閉塞原因	経過観察
1	6 歳	女兒	初診時より	正中神経麻痺	4 日	挫傷 攣縮	54 か月
2	6 歳	男児	術中整復後	なし	即日	攣縮	40 か月
3	6 歳	女兒	初診時より	正中神経麻痺	即日	挫傷 攣縮	27 か月
4	7 歳	女兒	初診時より	なし	2 日	挫傷 攣縮	9 か月

**Key words** : supracondylar humeral fracture (上腕骨顆上骨折), pink pulseless hand (血管損傷), surgical treatment (観血的治療)

**Address for reprints** : Tetsuya Yamada, Department of Orthopaedic Surgery, Saitama Sekishinkai Hospital, 1-33 Unoki, Sayama, Saitama 350-1323 Japan

【結 果】

全例骨折部での上腕動脈拍動消失があり，原因は動脈の挫傷と攣縮の合併が3例，攣縮のみ1例であった．パパベリン散布で改善なく，外膜切除を行い全例で拍動の再開を認めた．最終観察時可動域制限を認めなかった．骨折部上腕動脈，橈骨動脈ともに拍動良好で両者の血圧比（wrist brachial index）も全例で正常の0.8以上であった．単純X線上，carrying angleは6～15°（平均10°）で虚血性壊死も認めなかった．Cold intolerance，Volkmann 拘縮の合併はなく成長障害もなかった（表2）．以上より，今後長期にわたっての予後不良を示唆する所見はないものと考えられた．

【症 例】

6歳女児．椅子から転落して受傷．Gartland III型でPPHと正中神経完全麻痺を合併していた（図1）．受傷当日，当科レジデントにより手術が行われた．徒手整復，鋼線固定後もドプラー血流計で感知不能なPPHであった．一旦経過観察となったが，橈骨動脈の拍動は再開しなかったため初回術後4日で動脈展開を行った．動脈には近位骨片による挫傷があり，周囲は広範に攣縮していた．血栓形成はなく外膜切除により拍動は再開した（図2）．術後5年の現在，上腕動脈，橈骨動脈の拍動良好で機能障害，成長障害，血行障害を認めていない（図3）．

表2 最終観察時

症例	肘 ROM (E/F)	上腕・橈骨動脈拍動	WBI*	CA**	骨壊死・成長障害・虚血症状***
1	5/150	良好	0.98	15°	なし
2	10/140	良好	0.96	11°	なし
3	5/130	良好	0.96	6°	なし
4	10/145	良好	0.98	8°	なし

\* : Wrist Brachial Index（手関節上腕血圧比）

\*\* : Carrying Angle

\*\*\* : 虚血症状は cold intolerance 有無，Volkmann 拘縮有無，労作前後 capillary refilling で評価した．



図1 術前単純X線

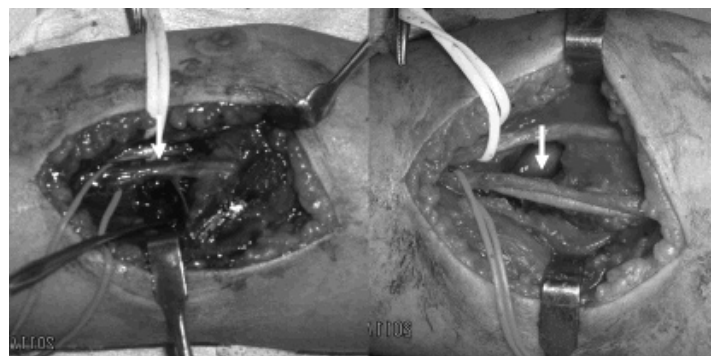


図2 術中写真（画像左が近位）

a: 骨折部で上腕動脈の挫傷，攣縮による閉塞を認めた（矢印）

b: 外膜切除後．上腕動脈血流は再開している（矢印）

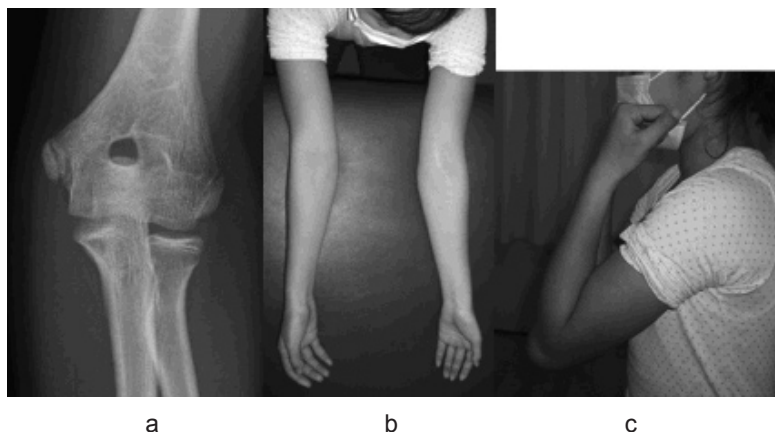


図3 最終観察時  
 a: 単純 X 線正面像 虚血性変化を認めない。  
 b: 肘関節伸展  
 c: 肘関節屈曲

### 【考 察】

血管損傷を合併する上腕骨顆上骨折は2.6～20%<sup>2)</sup>で、危険因子として著明な転位、正中神経麻痺、整復困難や整復不良、pucker signなどが挙げられる<sup>3)</sup>。橈骨動脈の拍動を触れない上腕骨顆上骨折の治療は、末梢血行不良例では即時動脈展開が行われるが、末梢血行の保たれたPPHでは動脈展開か経過観察か議論がある。PPHの47～72%は整復により拍動再開するため、まずは愛護的な徒手整復が勧められ整復後もpink pulselessの症例が問題となる<sup>3)</sup>。PPHで血管が閉塞する原因には、攣縮や挫傷による血栓、転位した骨や筋膜による圧迫や絞扼、さらには血管断裂の報告もある<sup>4,5)</sup>。Whiteら<sup>6)</sup>は、PPHの70%に攣縮以外の血管損傷があると述べて動脈展開をすべきとしている。一方、Choiら<sup>7)</sup>は、PPHの24例が全例成績良好であったことから経過観察を勧めている。本邦では積極的な動脈展開を勧める報告が多いが、PPHと末梢血行不良例を区別して論じたものは少ない<sup>8-10)</sup>。しかし、PPHと末梢血行不良例では明らかに予後が異なる。このため、海外の報告ではPPHのみを対象としたものが多く、経過観察による成績が良好なことから保存的な経過観察が近年の主流である<sup>2,7,11,12)</sup>。2006年のイギリスの外科医への調査では、PPHに対して経過観察支持が60%にのぼり動脈展開支持は16%にとどまっている<sup>13)</sup>。こうした報告の蓄積から2015年AAOSが発表したAUCでは、PPHには動脈展開を行わず入院継続と経過観察が勧められている。

しかし、PPHの長期予後については不明な点が多い。動脈展開を行わず経過観察を行った報告は涉獵しえた範囲で最長4.6年のものであり<sup>14)</sup>、本骨折の受傷年齢を考えると最終的な結果と考えるには不十分である。拍動消失との関連は不明としながらも、経過観察中に上腕骨滑車壊死をきたした報告もある<sup>12)</sup>。

一般的には報告は少ないものの、こうした壊死や成長障害、cold intoleranceといった血行障害による晩期合併症の発生は否定できない。

またPPHの原因の多くは攣縮であり通常24時間以内に拍動が再開するはずである。しかし、実際に拍動再開に要する時間は様々で平均22.9日の報告もあり<sup>12)</sup>攣縮以外の原因も考えられる。血管の損傷が重度であれば血流再開も不良となることが予想されるが、血管損傷の程度と成績不良の関係は明らかでない。また、血流が途絶した状態である術前には、たとえ造影を行っても画像診断で原因の確定すらできない可能性がある<sup>15)</sup>。

さらに、PPHと末梢血行不良例で予後が異なるのに加えて、整復前後の橈骨動脈拍動と末梢血行状態の変化によっても予後は異なる可能性がある。Choiら<sup>7)</sup>は、整復前からPPHであった24例は成績良好であったのに対し、整復前から血行不良であった9例中3例は、整復後に一旦血行が改善したものの後に増悪して動脈展開を要したと報告した。このことは、いつからPPHであったのかにより成績が異なる可能性を示している。厳密に長期成績を考えると両者を区別する必要があるが、そのような報告は見当たらない。今回の症例中でも術中整復後にPPHとなった症例が含まれているが、この症例では動脈展開を行わなくても拍動再開したかもしれない。われわれの症例を動脈展開せず経過観察した場合の成績は不明だが、少なくとも動脈展開の成績は良好であり過去の動脈展開を行った報告でも同様である。

小児骨折の治療では長期にわたる良好な成績が望まれる。動脈展開を行わず経過観察後に動脈展開を要する症例は稀ではあるが確実に存在する。PPHに正中神経麻痺を合併した例では最終観察時でも上腕動脈が閉塞していたとの報告<sup>12)</sup>があり、正中神

経麻痺合併があれば動脈展開すべきと考えられる。今回の症例でも正中神経麻痺を合併していたものは術中所見で動脈の挫傷や攣縮が強い印象であった。このため、正中神経麻痺の合併を PPH の動脈展開の適応とする報告<sup>4)</sup>もあるが、麻痺合併がなくても血流不良にいたった報告<sup>2)</sup>もあり麻痺がないからといって動脈展開が不要とは言い切れない。PPH の長期予後が明らかでない現状では、即時動脈展開の適応に明確な決め手はないと考えられる。即時動脈展開の是非については経過観察と即時動脈展開の長短所を総合的に考える必要がある。経過観察を行った場合、増悪時の手術を考慮して常に待機する必要があるが、医師、コメディカル、手術室など、すべてを常時整えておくには限界がある。一方、動脈展開の成績は良好であり<sup>6)</sup>、それにより手術合併症が増加した報告は渉猟した範囲では認めない。ただし、肘の前方に創痕が残存することは避けられない。よって、AUC の示す通り大部分の PPH では経過観察で成績良好であること、稀ではあるが経過観察後の増悪と動脈展開の必要があること、経過観察した場合の長期予後が明らかになっていないことなどを患者側に情報提供する必要がある。その上で、創痕の残存など手術合併症の了解を得られることが早期の動脈展開の適応であり、その結果は安全確実と考える。そして、PPH に動脈展開を行うべきか否かを確定するためには、PPH のみを対象とした長期経過観察の蓄積が必要と考えられる。

#### 【結 語】

PPH の多くは AUC の推奨どおり経過観察により良好な成績が得られるが、稀に動脈展開を要する症例もあり長期予後は現在でも不明である。よって、十分な説明と同意の上での動脈展開は確実で現実的な対応と考えられる。今後、PPH の長期予後を明らかにする必要がある。

#### 【文 献】

- 1) American Academy of Orthopaedic Surgeons : Pediatric Supracondylar Humerus Fractures with Vascular Injury. [http://www.aaos.org/Research/guidelines/Supracondylar Humerus Fractures/pshfaucvascular](http://www.aaos.org/Research/guidelines/Supracondylar%20Humerus%20Fractures/pshfaucvascular) June12, 2015
- 2) Wellar A, Garg S, Larson N, et al : Management of the Pediatric Pulseless Supracondylar Humeral Fracture : Is Vascular Exploration Necessary? J Bone Joint Surg Am. 2013 ; 95 : 1906-12.
- 3) Badkoozbehi H, Choi PD, Bae DS, et al : Management of the Pulseless Pediatric Supracondylar Humeral Fracture. J Bone Joint Surg Am. 2015 ; 97 : 937-43.
- 4) Mangat KS, Martin AG, Bache CE : The 'Pulseless Pink' Hand after Supracondylar Fracture of the Humerus in Children. J Bone Joint Surg Br. 2009 ; 91 : 1521-5.
- 5) Debnath UK, Maripuri N, Hariharan K, et al : Transected Brachial Artery with Pink Pulseless Perfused Limb in an Open Grade III Supracondylar Fracture of Humerus a Case Report and Review of Literature. Injury Extra. 2007 ; 38 : 360-4.
- 6) White L, Mehlman CT, Crawford AH : Perfused, Pulseless, and Puzzling : Systematic Review of Vascular Injury in Pediatric Supracondylar Humerus Fractures and Results of a POSNA Questionnaire. J Pediatr Orthop. 2010 ; 30 : 328-35.
- 7) Choi PD, Melikian R, Skaggs DL : Risk Factors for Vascular Repair and Compartment Syndrome in the Pulseless Supracondylar Humerus Fracture in Children. J Pediatr Orthop. 2010 ; 30 : 50-6.
- 8) 田嶋 光 : 小児上腕骨顆上骨折に伴った上腕動脈損傷の検討. 日肘会誌. 2003 ; 10 : 139-40.
- 9) 小泉雅裕, 山本康行, 登石 聡ほか : 血管障害が疑われた小児上腕骨顆上骨折で観血的整復術を施行した 8 例の検討. 日肘会誌. 2003 ; 10 : 141-2.
- 10) 工藤 悟, 坪 健司 : 観血的整復を要した小児上腕骨顆上骨折例の検討. 日肘会誌. 2005 ; 12 : 147-8.
- 11) Griffin KJ, Walsh SR, Markar S, et al : The Pink Pulseless Hand : A Review of Literature Regarding Management of Vascular Injury Complications of Supracondylar Humeral Fractures in Children. Eur J Vasc Endovasc Surg. 2008 ; 36 : 697-702.
- 12) Scannell BP, Jackson III JB, Bray C, et al : The Perfused Pulseless Supracondylar Humeral Fracture : Intermediate-Term Follow up of Vascular Status and Function. J Bone Joint Surg Am. 2013 ; 95 : 1913-9.
- 13) Malviya A, Simmons D, Vallamshetla R, et al : Pink Pulseless Hand Following Supracondylar Fractures : an Audit of British practice. J Pediatr Orthop B. 2006 ; 15 : 62-4.
- 14) Garbuz DS, Leitch K, Wright JG : The Treatment of Supracondylar Fractures in Children with an Absent Radial Pulse. J Pediatr Orthop. 1996 ; 16 : 594-6.
- 15) Korompilias AV, Lykissas MG, Mitsionis GI, et al : Treatment of Pink Pulseless Hand Following Supracondylar Fractures of the Humerus in Children. International Orthopaedics(SICOT). 2009 ; 33 : 237-41.