

転位の著しい小児上腕骨顆上骨折に伴う血管損傷

日高 典昭¹ 中川 敬介¹ 福田 誠¹
金城 養典² 高松 聖仁²

¹大阪市立総合医療センター整形外科

²淀川キリスト教病院整形外科

Vascular Injury in Severely Displaced Supracondylar Fractures of the Distal Humerus in Children

Noriaki Hidaka¹ Keisuke Nakagawa¹ Makoto Fukuda¹

Yasunori Kaneshiro² Kiyohito Takamatsu²

¹Department of Orthopaedic Surgery, Osaka City General Hospital

²Department of Orthopaedic Surgery, Yodogawa Christian Hospital

転位が著しく、血管損傷を伴う上腕骨顆上骨折のうち、整復後に橈骨動脈の拍動を触知しないが末梢の血流が良好な postreduction pink, pulseless hand (PPPH) について検討した。

対象症例は、手術を行った Gartland 3 型の上腕骨顆上骨折 80 例 (男 56 例, 女 24 例, 平均年齢 7.4 歳) のうち、血管損傷を合併した症例 (整復固定後に橈骨動脈を触知しないか微弱であったもの) とした。

血管損傷は 10 例あり、うち PPPH は 9 例であった。このうち血管を展開しなかった O 群が 5 例、展開した E 群が 4 例あった。O 群のうち 3 例は術後 1 週以内に良好な拍動を触知したが、2 例は冷感が持続したため二次的に動脈再建を行った。E 群のうち 1 例は血栓を除去して吻合、1 例は血管が骨折部に挟み込まれていたために解除、あとの 2 例は血管攣縮のみであった。

PPPH の臨床経過や術中所見は様々であり、術前の予測は困難であった。治療指針を確立するためには、さらに多くの症例の集積が必要である。

【緒 言】

転位の著明な上腕骨顆上骨折において、手関節部で橈骨動脈の拍動を触知しない場合や末梢の循環障害が見られる場合に、速やかな徒手整復ならびに経皮的鋼線刺入 (以下 CRPP と略す) を行うか、もしくは徒手整復は行わず最初から観血的に整復・骨接合を行い、同時に血管に対して処置を施す (以下 ORIF と略す) か、は意見が分かれる。CRPP か ORIF かの選択には、循環障害の問題だけでなく、骨折部の転位の程度や上腕筋など軟部組織の嵌入の有無も関与するからである。一方、CRPP を選択した場合、橈骨動脈の拍動が回復すればそのまま経過観察とし、末梢の循環障害が改善しなければ骨折部を展開して上腕動脈の再建を行うが、手関節部で橈骨動脈を触知しないが手部の血流はよく保たれている、いわゆる postreduction pink, pulseless hand (以下 PPPH と略す) に対する治療方針についても議論の分かれるところである。すなわち、そのまま保存的に経過をみるか、それともその時点で血管を展開し診査手術を行うかの判断が必要となる。本研究の目的は、自験例をもとに、その治療戦略について検討することである。

【症例および方法】

2008 年から 2014 年までに当科 (46 例) ならびに関連病院 (淀川キリスト教病院, 34 例) で治療を行った Gartland 3 型の上腕骨顆上骨折 80 例 (男児 56 例, 女児 24 例, 平均年齢 7.4 歳) のうち、血管損傷を伴っていた 10 例を対象症例とした。10 例の内訳は、男児 6 例, 女児 4 例, 平均年齢 5.9 歳であった。血管損傷の定義は、整復後に橈骨動脈の拍動を触知しない、または微弱な (健側との差が存在する) ものとした。また、Gastilo 分類 type 2 以上の開放骨折は対象から除外した。評価項目は、その臨床経過とし、手術例については手術所見も調査した。

【結 果】

10 例のうち 1 例は患側手部の循環障害が残る、いわゆる postreduction white, pulseless hand であったため、上腕動脈を展開し、血栓を除去して動脈吻合を行った。残りの 9 例は、患側手の血行が保たれている PPPH であった。このうち 5 例 (O 群) に対しては血管を展開せず経過観察を行い、残りの 4 例 (E 群) については血管の展開を行った。なお、血管を展開するか否かについては明確な基準はなく、主治

Key words : pink, pulseless hand, supracondylar fracture (顆上骨折), vascular injury (血管損傷)

Address for reprints : Noriaki Hidaka, Department of Orthopaedic Surgery, Osaka City General Hospital, 2-13-22 Miyakojima Hondori, Miyakojima-ku, Osaka 534-0021 Japan

医の判断によった。O群のうち、3例については術後1週以内に橈骨動脈の拍動は左右差が消失し、その後も特に問題は生じなかった。残りの2例は、患側の橈骨動脈の拍動は健側に比べて弱く、冷感も存在したため、1例は受傷後2か月、もう1例は受傷後7か月で静脈移植による血行再建を行った。これらの二次的な血行再建を必要とした2例は正中神経麻痺を伴っていた。一方、E群の術中所見については、上腕動脈の血管痙縮のみであったものが2例あり、いずれも塩酸パパベリンの局所散布などの処置で改善した。残りの2例のうち1例は血栓が形成されていたため除去して血管吻合を行った。他の1例は上腕動脈が骨折部に噛み込んでいたため、それを解除したところ血管は再開通した。なお、経過中にコンパートメント症候群を呈した例はなかった(表1)。

【代表症例】

症例1：6歳女児で鉄棒から落下して受傷した。CRPP後(図1)も橈骨動脈の拍動は触知しなかったが、末梢の血流は良好であったため経過観察していたところ、次第に橈骨動脈の拍動を触知するようになり、術後6日目には健側との差はなくなった。その後、骨折部は順調に癒合し、機能障害はみられなかった。最終経過観察時の肘関節可動域は、伸展10度、屈曲140度、carrying angleは健側と同じく10度であった。また、術後6か月の時点で、上腕動脈の状態を確認する目的で家族の同意を得て施行したCT angiographyでは、上腕動脈は骨折部付近で途絶しているが、上尺側側副動脈と上腕深動脈を介

した側副血行路がよく発達し、末梢には豊富な血流が供給されていた(図2)。

症例6：6歳の女児で、一輪車で後方へ転倒して受傷した(図3)。術前、肘窩のやや近位には著明な皮下出血がみられた。CRPP後も橈骨動脈の拍動は触知しなかったが、末梢の血流は良好であった。この症例では術者の判断で血管を展開した。上腕動脈は骨折部にはさみこまれていた(図4)ためそれを解除したところ、上腕動脈は再開通した。その後、直視下に整復して骨接合を行った。最終経過観察時の肘関節可動域は、伸展10度、屈曲130度、carrying angleは健側と同じく10度であった。

症例3：7歳の男児で、バランスボールから転落して受傷した。来院時から正中、尺骨神経の麻痺がみられた。CRPPの整復は不十分(図5)で、橈骨動脈の拍動は微弱であったが末梢の血流は良好であったので血管は展開しなかった。しかし経過観察において、橈骨動脈の拍動は健側と比べて弱いままであり、正中神経麻痺の回復が遅延し、患側手には冷感がみられた。術後6か月で施行したCT angiography(図6a)で上腕動脈の途絶があり、側副血行路の発達も不良と考えて手術を施行した。術中所見では正中神経が骨折部に噛み込んでいる所見がみられたため、それを解除し、上腕動脈には長さ8cmの静脈移植を行った。術後、橈骨動脈の拍動は改善、冷感は消失し、神経麻痺も完全に回復した。最終経過観察時の肘関節可動域は、伸展20度、屈曲120度、carrying angleは健側と同じく15度であった(図6b)。

表1 症例一覧

症例	年齢	性別	正中神経麻痺	初期治療*	Obs*		Exp**		最終経過観察時		
					初期治療後の血行障害	術中所見	処置	術後の血行障害	肘関節可動域(伸展/屈曲)	Carrying angle()内は健側	神経障害
1	6	女	-	Obs	なし				10/140	10(10)	
2	5	女	-	Obs	なし				10/140	10(10)	
3	7	男	+	Obs	あり(二次的 血行再建)				20/120	15(15)	回復
4	7	男	+	Exp		血管痙縮	鎮痙剤 局所投与	なし	20/140	15(10)	回復
5	7	男	-	Exp		血栓形成	血管吻合	なし	(転医のため不明)		
6	6	女	-	Exp		骨折部への 噛み込み	剥離のみ	なし	10/130	10(10)	
7	10	男	-	Exp		血管痙縮	鎮痙剤 局所投与	なし	10/140	10(10)	
8	4	女	+	Obs	あり(二次的 血行再建)				20/130	5(10)	回復
9	2	男	-	Obs	なし				10/100	0(10)	

* Obs：初回手術は骨折部の固定だけで血管は展開せず、**Exp：初回手術時に血管を展開して確認

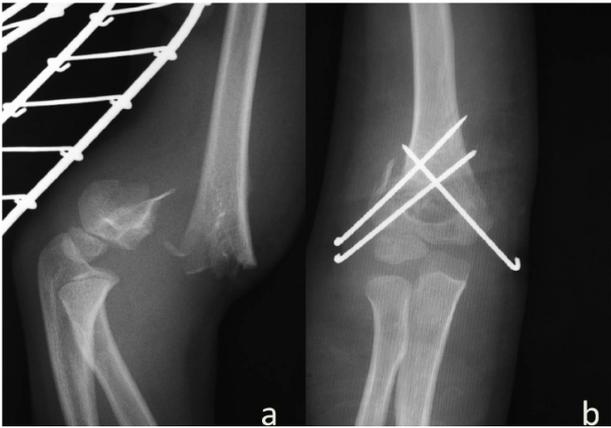


図1 症例1の単純X線
a. 受傷時 b. CRPP後

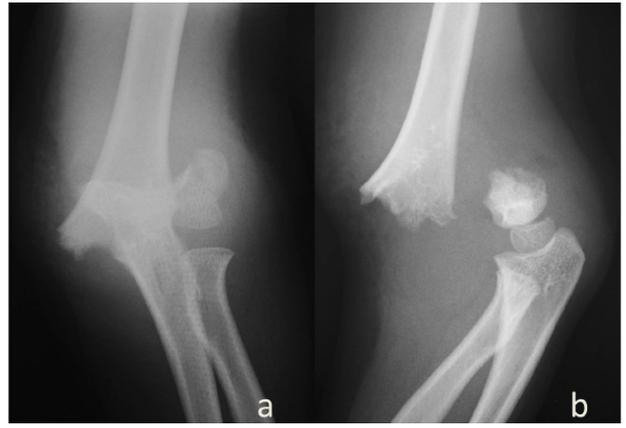


図3 症例6の受傷時単純X線像
a. 正面像 b. 側面像



図2 症例1の術後6か月で施行したCT angiography
上腕動脈(BA)は骨折部付近で途絶しているが、
上尺側側副動脈(SUCA)と上腕深動脈(PBA)を
介した側副血行路がよく発達し、末梢には豊富な血
流が供給されていた。



図4 症例6の術中肉眼写真
上腕動脈(BA)は骨折部(→)にはさみこまれていた。



図5 症例3の単純X線
a. 受傷時 b. CRPP後
整復は不十分であった。



図6 症例3の受傷後6か月でのCT angiography (a)において、上腕動脈 (BA) は途絶していた。橈骨動脈 (RA) と尺骨動脈 (UA) は描出されているが、側副血行路の発達は症例1に比べてやや乏しいと思われた。受傷後2年6か月の単純X線正面像。遺残変形はほとんどなく、carrying angleは健側と同じ15度であった。

【考 察】

PPPHに対して早期に上腕動脈を展開するか否かについては未だにコンセンサスが得られていない。上腕動脈が閉塞しても速やかに豊富な側副血行が発達するため、末梢に明らかな虚血の徴候がない限りCRPPのみでよいとする論文が多数存在する¹⁻³⁾。一方、PPPHの大半に上腕動脈損傷が存在するためmicrosurgicalな血行再建を一次的に行うべきとする報告^{4,5)}や、神経麻痺を合併している場合は展開すべきとする報告^{6,7)}もある。2013年にJ Bone Joint Surgに上腕動脈を展開せずに経過観察を原則とすることを提唱する2編の論文^{8,9)}が掲載されたことに対し、Frickはそれらに対するcommentaryを述べ、Mercer Rangの言葉を引用して「悲惨な症例を生むことだけは回避しなければならない」ことを強調している¹⁰⁾。

PPPHの経過ならびに術中所見は多様であり、本研究においてもO群には機能的に全く問題を生じなかった例と最終的に二次的な血行再建を要した例が存在し、E群には上腕動脈が骨片に挟み込まれていた例と術中所見がvasospasmだけであったため結果的に診査手術が不要と思われた症例が含まれていた。つまり、PPPHの全例に対して診査手術を行う方針にすれば不要の手術が行われる可能性があり、全例を経過観察にすれば重症な経過観察を行わないと「悲惨な症例」が出現する可能性が生じることになる。PPPHに対する治療方針を確立していくためには、1) 症例1のように上腕動脈が閉塞していても全く機能障害を残さなかった症例の長期的予後を詳細に調査すること、2) 骨折部における血管の状態を超音波検査などで正確に把握して血管展開の必要性を判断できるようにすること、などが必要であろう。

私たちは過去の報告や自験例をもとに現時点での治療戦略を策定した(図7)。すなわち、PPPHに正中神経麻痺、著明な皮下血腫、整復不良を伴っている場合は血管を展開する。それ以外の場合は、慎重な経過観察を行い、末梢の血行障害が出現した場合は直ちに血管を展開する。また、術後1週以内に橈骨動脈の拍動が十分に改善しない場合は、側副血行路の発達不良と考えて血行再建を検討する。拍動が改善した場合には、そのまま経過観察を続ける、というものである。今後は、その妥当性を検証するために多くの症例の集積していきたい。

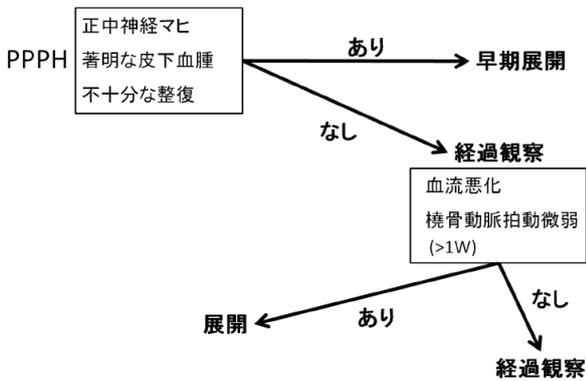


図7 Postreduction pink, pulseless hand (PPPH) に対する現時点での私たちの治療方針

【結 語】

1. 転位の著明な上腕骨顆上骨折に伴う血管損傷の症例について後ろ向きに検討した.
2. 骨折部での上腕動脈の状態や術後経過は多様であり, 一定の治療方針を確立するためには, さらに多くの症例の集積が必要である.

【文 献】

- 1) Subharwal S, Tredwell SJ, Beauchamp RD et al : Management of pulseless pink hand in pediatric supracondylar fractures of humerus. *J Pediatr Orthop.* 1997 ; 17 : 303-10.
- 2) Griffin KJ, Walsh SR, Markar S, et al : The pink pulseless hand : A review of literature regarding management of vascular complications of supracondylar humeral fractures in children. *Eur J Vasc Endvasc Surg.* 2008 ; 36 : 697-702
- 3) 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.
- 4) Noaman HH : Microsurgical reconstruction of brachial artery injuries in displaced supracondylar fracture humerus in children. *Microsurgery.* 2006 ; 26 : 498-505
- 5) White L, Mehlman CT, Crawford AH : Perfused, pulseless, and puzzling : A systematic review of vascular injuries in pediatric supracondylar humerus fractures and results of a POSNA questionnaire. *J Pediatr Orthop.* 2010 ; 30 : 328-35.
- 6) 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.
- 7) Blakey CM, Biant LC, Birch R : Ischemia and the pink, pulseless hand complicating supracondylar fractures of the humerus in childhood. *J Bone Joint Surg Br.* 2009 ; 91 : 1487-92
- 8) Weller A, Grag S, Larson AN, et al : Management of the pediatric pulseless supracondylar humeral fracture : Is vascular exploration necessary? *J Bone Joint Surg. Am.* 2013 ; 95 : 1906-12.
- 9) Scannel 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
- 10) Frick SL : Should you explore the brachial artery in children who have a perfused hand but no palpable radial pulse after sustaining a supracondylar humeral fracture? Commentary on articles by Amanda Weller, MD, et al. : Management of the pediatric pulseless supracondylar humeral fracture : Is vascular exploration necessary?” and Brian P. Scannell, MD, et al. : “The Perfused, Pulseless Supracondylar Humeral Fracture : Intermediate-Term Follow-up of Vascular Status and Function”. *J Bone Joint Surg Am.* 2013 ; 95 : e168(1-2).