

## フォルクマン拘縮の治療

広島大学大学院整形外科

石田 治・鈴木 修身・砂川 融・越智 光夫  
東広島医療センター整形外科  
今田 英明  
広島鉄道病院整形外科  
生田 義和

**要旨** Volkman 拘縮とは動脈損傷の有無に関係なく、上腕から前腕にかけての外傷や外部からの圧迫などにより生じた筋肉内微小循環障害のため、前腕の筋群、特に屈筋群が非可逆性壊死に陥る一種のコンパートメント症候群の結果、肘部より末梢に拘縮・麻痺を生じる外傷後遺障害とされている。本稿では完成したフォルクマン拘縮の治療のうち、手術療法、なかでも筋解離術と遊離筋肉移植術について述べる。筋解離術は軽症例に良い適応がある。中等度症例ではしばしば回内拘縮がみられ、約半数の症例で追加手術が必要となっていた。また、浅指屈筋の変性は最終成績に影響を与えていたので、このような症例では遊離筋肉移植術を考慮すべきと思われた。遊離筋肉移植術では、有用な手の機能を獲得し、重いものを持てる、あるいは自転車に乗れることで満足度は高かった。特に神経剝離術によって手内筋の機能を再獲得した症例では良い結果が得られていた。

古くから外傷後拘縮の原因は神経損傷が主因とされていたが、1881年 Richard von Volkmann が阻血の概念を導入した。つまり、筋肉の非可逆性壊死の原因は、外傷後にきつく巻かれた包帯やギプスによって発生する動脈循環障害であり、特に上腕骨遠位部の骨折やその治療によって発生することが多いと報告した。その後、内圧上昇や静脈閉塞、動脈損傷などが原因と考えられてきた。現在では、Volkman 拘縮とは動脈損傷の有無に関係なく、上腕から前腕にかけての外傷や外部からの圧迫などにより生じた筋肉内微小循環障害のため、前腕の筋群、特に屈筋群が非可逆性壊死に陥る、一種のコンパートメント症候群の結果、肘部より末梢に拘縮・麻痺を生じる外傷後遺障害とされている。本稿ではいわゆる急性期のコンパートメント症候群については触れず、完成したフォルクマン拘縮の治療のうち、手術療法、なかでも

筋解離術と遊離筋肉移植術について述べる。

### 進行度による分類

完成したフォルクマン拘縮、つまり慢性期の病期分類については Seddon<sup>1)</sup>が病巣の広がりと程度から3型に、Lipscomb<sup>10)</sup>が拘縮と知覚障害から4型に、Zancolli<sup>15)</sup>が手内筋の状態から4型に分類して手術プログラムを立てているが、臨床的病態に基づいて軽症、中等症、重症の3型に分類された津下の分類<sup>12)13)</sup>が治療法を決定する上で合理的である。また、MRIにて筋変性の程度や局在を知ることが可能であるので分類する上で臨床所見と併用するとよい。

**第1度(軽症例)**：筋変性が前腕深層の筋群の一部に限局するもので、知覚障害はないか、あってもわずかである。拘縮の程度は軽く、尺側の2~3指に限局することが多いが、筋変性の範囲が広い

**Key words** : Volkman's contracture(フォルクマン拘縮), muscle sliding(筋解離術), free muscle transfer(遊離筋肉移植術)

連絡先 : 〒734 8551 広島市南区霞1 2 3 広島大学整形外科 石田 治 電話(082)257 5231

場合は全指に及ぶこともある。ときに前腕屈側に索状硬結を触知する。手関節を屈曲すると拘縮位にあった指は伸展するが、伸展すると指は屈曲位を呈してくる。手内筋の麻痺はないか、あっても軽度で関節の拘縮は認められない。

**第2度(中等症例)：**前腕深層の筋群、すなわち深指屈筋や長母指屈筋は高度の変性に陥り、一部の浅指屈筋や手根屈筋にも変性が及ぶものである。症状は全指の屈曲拘縮とともに手関節は屈曲位、前腕は回内位をとり、さらに正中神経、尺骨神経領域の知覚障害と手内筋の麻痺による鷲爪変形を認める。

**第3度(重症例)：**筋萎縮は屈筋群全体から一部の伸筋にも及び、その程度が極めて高度なもので、正中神経、尺骨神経ともに瘢痕組織により強く絞扼される。手指の知覚障害、手内筋の麻痺も高度で、前腕骨骨折の変形治癒とか偽関節の合併、あるいは皮膚の瘢痕を認めることも多い。

### 手術時期

Seddon<sup>11)</sup>は壊死筋切除に関しては少なくとも受傷後3か月を経過してから行うべきであると述べている。これに対してChuangら<sup>12)</sup>は筋膜切開などの初期治療の後、3週以内の早期の壊死筋切除を勧めている。その理由として、壊死筋の線維化による神経への圧迫を予防することで手内筋の機能を温存することができるとしている。津下<sup>12)</sup>は軽症例、中等度症例で神経の麻痺がそれほど強くないものに対してはダイナミックプリントなどで拘縮除去を図り、手術をあまり急ぐ必要はないが、重症例で放置すれば壊死筋による圧迫により神経が早急に完全変性に移行すると考えられるものに対しては積極的な手術療法の適応があると述べている。

筆者らは手術時期に関しては、自然回復が停止して行うが、関節拘縮を生じる前に行う必要があると考えている。また、手術までは他動関節可動域を温存することに努める。つまり、手術療法の前には良肢位での副子固定やダイナミックスプリ

ントが利用される。明らかに圧迫症状が存在する神経に対してはできるだけ早急に除圧による神経機能の回復が図られるべきである。しかしながら、筋組織においては早期では変性範囲が明確でなく、残存する筋の回復程度がはっきりするまで経過観察するほうが得策である。筆者らは臨床経験から手術時期は明らかな血管損傷に対する応急処置以外は受傷後6か月~1年が適当と考えている<sup>5)~7)9)</sup>。

### 病型と手術適応

軽症例、つまり拘縮が極めて軽度で、1~2指に局限している場合は壊死組織の除去、拘縮の切離で対応するが、不十分であれば腱の延長を追加する。前腕屈筋の変性範囲が3~4指に及ぶ場合は筋解離術の適応となる。中等度症例では筋解離術で対処することが多く、腱移行術を行うことは少ない。重症例では伸筋群に移行可能な筋が残存する場合には腱移行術、筋変性が高度で移行可能な筋が残存しないときは遊離筋肉移植術が適応となる。

### 筋解離術

Zancolli<sup>13)</sup>は筋解離術について、効果が少なく、筋力低下を招き、屈筋群への血行を悪化させる危険性があるため適応が少ないと述べている。しかし、中等度症例に対する筋解離術の効果は否定できず、筆者らは多用している。

手術にあたっては、前腕屈側に波状切開を加え、正中・尺骨両神経を確認、分離の後、瘢痕による圧迫があればこれを切離して除圧する。続いて上腕二頭筋腱膜を切離し、円回内筋を含む屈筋群を尺骨、骨間膜、必要に応じて橈骨から骨膜下にこれらを剝離し、一塊として末梢に移動するものである。筋解離の範囲は指を他動的に伸展させて拘縮の程度を把握しながら決定してゆく。この際、前骨間動・静脈や神経などを損傷しないように注意する。移動距離は一般に2~4cmで、その位置で筋群を周囲の骨膜あるいは皮下組織と縫合固定する。固定の際には手関節中間位で少し強めに指



を伸展して、何とか完全伸展ができる程度がよい。また、神経麻痺が存在すれば神経剥離を行うことは重要であり、多くの場合、筋解離後の尺骨神経前方移動が必要となる。術後は肘関節 90°屈曲位、前腕 90°回外位、手関節・指伸展位で2週間ギプス固定を行った後、自動運動、筋力増強運動を開始する<sup>8)</sup>。

これまでに行った筋解離術の症例のうち、経過観察が可能であったのは11例(男児7例、女児4例)で、津下の分類では軽症例が3例、中等度症例が8例であった。経過観察期間は1~11年、平均5.8年で、発症から筋解離術までの期間は4か月~2.8年、平均1年であった。追加手術としては遊離筋肉移植術を4例に、腱移行術を1例に、骨延長を1例に行っていた。軽症例では60~80°、中等度症例では40~50°の可動域が得られていた。握力は軽症例では健側比74%、中等度症例では43%であった。また、回内15°以上の機能を獲得しているものはADL上の改善が著明であり、回内拘縮の矯正がADL上、重要である。筋解離術は軽症例に良い適応があり、中等度症例ではしばしば回内拘縮がみられ、約半数の症例で追加手術が必要となっていた。また、浅指屈筋の変性は最終成績に影響を与えていたので、このような症例では遊離筋肉移植術を考慮すべきと思われた。

### 遊離筋肉移植術

前腕の筋肉すべてに壊死が及び、腱移行術による機能再建が不可能な場合、遊離筋肉移植の適応となる。移植床側の条件として、罹患部中枢の関節の安定性、関節拘縮が少ないこと、良好な腱の滑走、伸筋が残存していること、縫合すべき血管・神経が存在することのほか、手指の良好な知覚と手内筋機能の存在などが挙げられる。利用される移植筋は大胸筋、薄筋、半腱様筋、大腿直筋などがあり、前腕部に皮膚のゆとりがない場合には、圧迫による移植筋の血行障害の危険性も考慮して、有茎筋皮弁とすることもある。

手術方法は、まず前腕屈側の壊死筋をすべて切除した後、正中・尺骨神経を分離し、移植床の動・

静脈、神経を確認する。これには一般に尺骨動脈、皮下静脈と前骨間神経が選ばれる。次に移植筋を採取してその栄養動・静脈、神経を分離した後、移植床に縫合する。順序としてまず移植筋の中樞を上腕骨内顆部に縫合固定する。血管、神経はそれぞれ10-0、8-0 ナイロン糸を使用して、先に準備した尺骨動脈、皮下静脈、前骨間神経とそれぞれ縫合する。最後に移植筋末梢部をほぼ正常の緊張下、つまり、移植筋の採取時の緊張下で、正常の手指の安静度が保持しうる程度として、深指屈筋腱および長母指屈筋腱に縫合し、創を閉鎖するが、把持に際して母指が手指の屈曲を障害しないように、母指についてはやや緩めの緊張とする。もし、多少でも屈筋の一部が残存しているようであればこれを長母指屈筋腱に移行する。また、皮膚の圧迫による移植筋内の血流障害の発生が危惧される場合には、局所皮弁や遊離植皮などの追加も必要となる。術後は良肢位にて上腕から指尖までギプス固定を行い、10日目頃より移植筋に皮膚上から低周波刺激を加える。3~4週間の外固定ののち、拘縮予防のための他動運動を開始する。移植筋の収縮は一般に術後3~4か月より触知可能となり、6~7か月目より手指の屈曲運動が認められるようになる<sup>4)8)14)</sup>。

経過観察可能であった症例は6例(男児5例、女児1例)、発症時年齢は2~13歳、平均7.7歳、津下の分類では中等度症例が1例、重症例が5例であった。遊離筋肉移植術に先行した手術は神経剥離術が5例、筋解離術が4例、筋切除術が1例であった。移植筋は薄筋が5例、半腱様筋が1例で、手指の屈曲再建を4例に、母指屈曲再建を1例に、屈曲および伸展再建を1例に行った。手術時年齢は8~17歳、平均11歳、経過観察期間は2~21年、平均11年で、追加手術は腱剥離術を5例に、血行再建を1例に行った。関節可動域は術前24°が術後110°に改善した。握力は術前0kgが術後5kgとなった。全症例で、有用な手の機能を獲得し、重いものを持てる、あるいは自転車に乗れることで満足度は高かった。特に神経剥離術によって手内筋の機能を再獲得した症例では良い結果が得ら



れていた<sup>2)3)</sup>。

Volkmann 拘縮は、前腕の筋群、主として屈筋群の拘縮と拮抗筋の筋力低下、種々の程度の神経麻痺や関節拘縮が複雑に交錯して成り立っており、現在のところ前述した各種再建術によっても完全な機能回復を期待することは困難である。従って、上肢外傷の治療にあたっては、本症の発生を常に念頭に置いた適切な予防的処置を講ずることが大切である。

## 文 献

- 1) Chuang DCC, Carver N, Wei FC : A new strategy to prevent the sequelae of severe Volkmann's ischemia. *Plast Reconstr Surg* 98 : 1023 1031, 1996.
- 2) 出家正隆, 生田義和, 石田 治ほか : 陳旧性フォルクマン拘縮に対する遊離筋肉移植術の長期治療成績について. *日手会誌* 10 : 826 829, 1994.
- 3) 出家正隆, 生田義和, 石田 治ほか : Volkmann 拘縮の治療について. *日手会誌* 11 : 823 825, 1995.
- 4) Ikuta Y, Kubo T, Tsuge K : Free muscle transplantation by microsurgical technique to treat severe Volkmann's contracture. *Plast Reconstr Surg* 58 : 407 411, 1976.
- 5) 生田義和, 木森研治 : Volkmann 拘縮. 図説整形外科診断治療講座 3, 室田景久(ほか編), メジカルビュー社, 東京, 202-211, 1989.
- 6) 生田義和 : Volkmann 拘縮再建手術. 整・災外 35 : 989 994, 1992.
- 7) 石田 治, 生田義和, 木森研治 : フォルクマン拘縮. *MB Orthop* 9(8) : 29 37, 1996.
- 8) 石田 治, 生田義和, 木森研治 : Volkmann 拘縮の治療. *NEW MOOK 整形外科*, No.5 上肢の外傷, 越智隆弘(ほか編), 金原出版, 東京, 116 122, 1998.
- 9) 木森研治, 生田義和, 出家正隆 : 完成した Volkmann 拘縮の治療. *MB Orthop* 9(13) : 47 52, 1996.
- 10) Lipscomb PR : The etiology and prevention of Volkmann ischemic contracture. *Surg Gynecol Obstet* 103 : 353 361, 1956.
- 11) Seddon HJ : Volkmann's contracture ; Treatment by excision of the infarct. *J Bone Joint Surg* 38 B : 152 174, 1956.
- 12) 津下健哉 : フォルクマン拘縮. 手の外科の実際, 改訂第 6 版, 南江堂, 東京, 211 223, 1985.
- 13) Tsuge K : Management of established Volkmann's contracture. In ; *Operative Hand Surgery*. Green D, ed, 2<sup>nd</sup> ed, Churchill Livingstone, 591 607, 1988.
- 14) 吉岡 薫, 生田義和 : フォルクマン拘縮に対する遊離筋肉移植. 整形外科マイクロサージャリー, 整形外科 MOOK, No. 48, 玉井 進(編), 金原出版, 東京, 257 270, 1987.
- 15) Zancolli EA : Ischemic contractures. In ; *Plastic Surgery* (McCarthy JG, ed), Saunders, 5033 5052, 1990.

## Abstract

### Treatment of Established Volkmann's Contracture

Osamu Ishida, M. D., et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Hiroshima University

Treatment of established Volkmann's contracture is challenging. Here, we have reviewed the cases of established Volkmann's contracture experienced over the past 25 years. Eleven patients had been treated with the muscle sliding procedure. Good results were observed in mild cases, and additional procedures were required in 50% of moderate cases. Degeneration in the flexor digitorum superficialis resulted in a poor outcome, and free muscle transfer would be indicated in these cases. After free muscle transfer, all patients recovered functional use of the hand and were satisfied in lifting heavy objects, and in riding a bicycle. Excellent hand function was recovered in those cases in which the intrinsic muscles responded well to neurolysis.