

柔道整復師が行う鎖骨中1 / 3骨折に対する保存療法の有用性

中澤正孝 久米信好 根本恒夫

Usefulness of conservative treatment for midshaft clavicle fractures performed by Judo-therapists

Masataka NAKAZAWA, Nobuyoshi KUME, Tsuneo NEMOTO

Tokyo Ariake University of Medical and Health Sciences, Faculty of Health Sciences, Department of Judothrapy

Abstract : In this paper we give an overview of the functional anatomy of the clavicle and midshaft clavicle fractures and discuss differences in treatment of midshaft clavicle fractures among doctors outside of Japan, doctors within Japan, and Judo-therapists.

The clavicle possesses some unique characteristics, differing from other long bones of limbs : (1) the clavicle mainly ossifies through the membranous ossification process, (2) the clavicle has little or no medullary cavity, (3) the clavicle has curvature conforming to an S-shape, (4) the inferior surface of the clavicle can articulate with the superior surface of the coracoid process of the scapula, at the middle-third of the clavicle, (5) the clavicle morphology in the transverse plane is variable according to the location.

Clavicle fractures occur commonly in male patients during the second decade of life. The mechanism is commonly through a direct blow to the lateral tip of the shoulder, resulting, in many cases, to a middle-third clavicle fracture. The displacement of the lateral fragment translates in inferior and medial directions and rotates anteriorly. The fragment sometimes angulates in the posterior bending shape. Patients complain of pain and/or crepitation, and we note abnormal mobility, subcutaneous bleeding, swelling, etc.

Midshaft clavicle fractures are managed with operative or conservative treatment. K-wires, intramedullary nails, and plates are used in operative treatment, whereas slings, figure-of-eight bandages, and clavicle bands are used in conservative treatment. Sequelae in operative treatment mainly comprise wound infection, hardware irritation requiring removal, and transient brachial plexus symptoms. Sequelae in conservative treatment mainly include malunion or nonunion requiring further treatment as well as transient brachial plexus symptoms.

Treatment guidelines for the fractures by doctors outside of Japan specify “operative treatment if patients have displaced fractures” because it is considered impossible to maintain reduced position and to effectively decrease the onset rate of nonunion. Treatment guidelines by doctors within Japan specify “conservative treatment if patients have displaced” because the clavicle is considered to possess great potential for reunion. They have experienced that most fractures heal with conservative treatment although patients do sometimes experience malunion. Treatment guidelines by Judo-therapists specify “only conservative treatment” as it is stipulated by law. Treatment by Judo-therapists would be characterized as healing without severe sequelae, although it is inconvenient during bandage fixation when compared to other medical professions.

key words : clavicle, functional anatomy, operative treatment, conservative treatment, Judo-therapist

要旨 : 鎖骨の機能解剖と鎖骨中1/3骨折について概説し、鎖骨骨折の治療に対する考え方や治療方法を国内・外で比較しつつ、柔道整復師が行ってきた治療の特徴を検討した。

鎖骨は四肢長管骨に分類されるが、それらとは異なる独自性を有する。すなわち、(1) 主として膜性骨化をなす、(2) 髓腔がない、(3) S字状の弯曲を有する、(4) 骨幹部で滑膜性関節を形成することがある、(5) 横断面の形態は様々に変化する、などである。

鎖骨骨折は10歳代の男性に好発する。肩を強打することにより発生し、多くは鎖骨の中1/3で損傷する。鎖

骨中1/3骨折の遠位骨片は下垂して短縮するとともに前方に回旋転位を生じるほか、骨折部が後方に角状突出する変形を呈することもある。患者は疼痛や圧痛音を訴え、異常可動性、皮下出血斑、および腫脹などを認める。

治療は手術療法や保存療法が行われる。前者ではキルシュナー鋼線、各種髓内釘、あるいは各種プレート固定がなされ、後者では三角巾、背部8字帯、あるいは鎖骨バンドが用いられる。手術療法の後遺症は感染、内固定材料による刺激症状や二次性神経血管障害などがある。保存療法の後遺症は変形治癒、偽関節、および手術療法を要する二次性神経血管障害などがある。

国外では、鎖骨骨折の整復位を保持することは不可能と考えられており、偽関節に至る症例を減らすためにも「転位があれば手術療法」が治療指針である。国内の医科領域では、「転位があっても保存療法」が原則であるのは、ほとんどの鎖骨骨折が変形治癒するものの保存療法で骨癒合すると広く認識されているためである。柔道整復領域では「すべて保存療法」で扱われる。他の医療者と比較すると、柔道整復師による治療は“固定期間中の不便さはあるが、重篤な後遺症なく治癒する”と特徴づけられると考えられる。

キーワード：鎖骨、機能解剖、手術療法、保存療法、柔道整復師

I. はじめに

鎖骨骨折は幅広い年齢層にみられるが、特に10歳代の男性に好発する^{1,2)}。骨折全体の約10%を占め^{3,4)}、救急現場でも多発外傷骨折の一つとして知られている。Allmanは鎖骨を3等分して中1/3、外1/3、および内1/3の損傷に分類し、中1/3の損傷が最も多いと報告した⁵⁾。Robinsonらは鎖骨骨折1,000症例を対象にした調査をもとに、Allmanの分類を細分化した²⁾。柔道整復領域では、その簡便さからAllmanの分類が多用されるが、医科領域では、予後を予測するのに優れているRobinsonの分類¹⁾が汎用される。本骨折の多くは徒手整復しても整復位の保持が困難である⁶⁾。そのため多くの固定方法が考案されてきたが、変形治癒に至る症例がほとんどである⁷⁾。本稿では、多発する中1/3骨折に焦点を当て、鎖骨の機能解剖とともに概説する。また、治療に対する考え方や治療方法を国内・外で比較しつつ、柔道整復師が行ってきた治療の特徴を探りたい。

II. 鎖骨の機能解剖

1. 膜性骨化様式

鎖骨はその胸骨端と肩峰端以外は膜性骨化様式で形成される⁸⁾。鎖骨以外の四肢骨は軟骨性骨化様式である⁹⁾ことから、四肢骨という枠組みにおいて鎖骨の骨化様式は特徴的と考えられる。

先天性の膜性骨化異常である鎖骨頭蓋異形成症は鎖骨と頭蓋骨の形成不全をきたす。その患者は両腕を前胸部で近づけるような動作をすると、両側の肩甲骨肩峰を合わせることが可能である¹⁰⁾。鎖骨の長さの約7割が欠損しても、日常生活動作に支障はあまり認めない¹¹⁾が、この理由として、鎖骨が欠損しても肩甲骨の位置が正常であることや鎖骨の機能を肩甲骨係留筋群が代償することなどが考えられている¹¹⁾。

2. 髓腔のない長管骨

鎖骨以外の四肢長管骨には髓腔が存在する。髓腔は造血を営む骨髄で満たされるほか、栄養血管が通っている⁸⁾。栄養血管は骨表面に開いた栄養孔から骨内部に出入りする。血液は髓腔側（内側）から皮質骨の内側2/3に分布する一方で、骨膜側（外側）から骨膜を介して皮質骨の外側1/3に分布する⁹⁾。

鎖骨には目立った髓腔が存在しないため、胸肩峰動脈、肩甲上動脈、および内胸動脈の枝が骨膜を介して分布する¹²⁾。特に、鎖骨骨幹部には前面から胸肩峰動脈の枝が、後面から肩甲上動脈の枝が分布する。鎖骨中1/3の後面に栄養孔が常在する¹³⁾が、栄養孔から進入した動脈が骨内を走行する長さは2cmに満たない¹⁴⁾ことから、鎖骨は他の四肢長管骨と異なり、主として、骨膜を介した血液供給を受ける。

3. S字状の弯曲

四肢長管骨は総じて両端が膨らんだ一本の棒のようなかたちを呈するが、鎖骨はクランク状をなすため、一見して棒と見做すことはできないであろう。上から見ると、内側2/3では前方へ、外側1/3では後方へ凸の形態を有する¹⁵⁾。

前方凸の形態は前方からの外力に対抗する¹⁶⁾。後方凸の弯曲は上肢外転運動に関与する。上肢を最大外転（上腕が耳に触れるような外転運動）する際、鎖骨はその外側端が挙上するとともに鎖骨長軸上で後方回旋（鎖骨前縁が上方へ回る動き）をする¹⁷⁾。この際、同じ挙上角度でも、後方凸の弯曲が回旋することで鎖骨外側端の位置がより高くなるため、上腕骨の上端部が肩峰下で衝突することなく自由に動く空間を確保できる⁸⁾（図1）。

4. 骨幹部に存在する関節

1) 真の烏口鎖骨関節

鎖骨下面と烏口突起上面が接する狭小な部分に滑膜性関節が形成されることがあり、これを烏口鎖骨関節¹⁸⁾と呼ぶ（図2）。解剖学的な研究によれば、烏口鎖骨

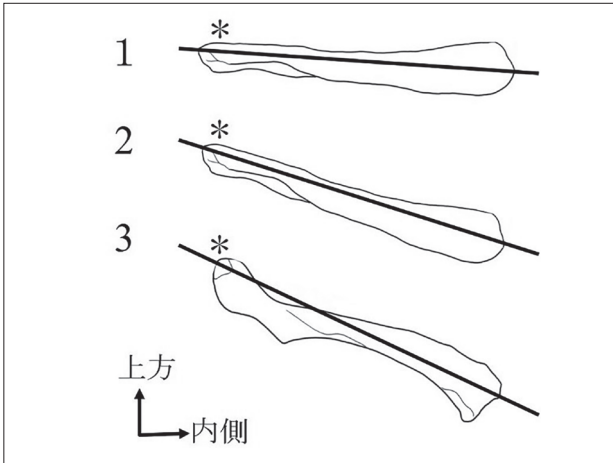


図1 鎖骨の運動
右鎖骨を前から見ている。下垂位(1)から上肢を外転すると鎖骨外側端(*)が挙上する(2)。鎖骨の挙上角度が変化しなくても鎖骨の後方回旋が生じると(3)、後方凸の彎曲が鎖骨外側端の位置を高くし、肩峰下が広がる。

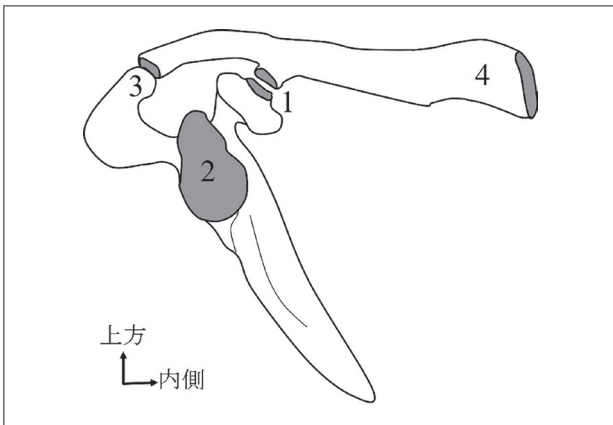


図2 烏口鎖骨関節
右上肢帯を前から見て、関節面を灰色で示した。鎖骨下面と烏口突起上面に形成される滑膜性関節を烏口鎖骨関節(1)と呼ぶ。2；肩甲骨関節窩、3；肩甲骨肩峰、4；鎖骨内側端

関節は鎖骨下面と烏口突起上面の間に軟骨組織や滑膜腔が存在するものと定義され、その存在が6～28%の頻度と報告される¹⁹⁻²¹⁾。

この関節の存在自体は治療の対象とならないが、肩周辺の外傷を契機に、有痛性烏口鎖骨関節と称される疾患に転じることがまれにある²²⁻²⁵⁾。その症状は第7および第8頸神経領域の知覚異常、運動痛による肩関節の可動域低下、および烏口突起の圧痛などである。鎖骨下面と烏口突起上面が肥厚して、平面関節状に接触するX線画像を呈する。その接触面は軟骨組織で覆われており、肥厚部を切除すると症状は軽快する^{23, 24)}。

2) 機能的な烏口鎖骨関節

鎖骨下面と烏口突起上面が接する狭小な部分の機能、

すなわち、ここに存在する烏口鎖骨靭帯が担う、鎖骨が肩甲骨を吊り下げる機能と肩甲骨が内下方にスライドするのを抑制する機能を、信原は烏口鎖骨間メカニズムと呼んだ²⁵⁾。筆者らの解剖学的研究では、肩甲骨と鎖骨の連結(肩鎖関節、肩鎖靭帯、および烏口鎖骨靭帯の機能)を損なうことなく両骨を一塊にして取り出し、鎖骨に対する肩甲骨の動きを観察すると、すべての標本で、鎖骨下面と烏口突起上面が接触する様子を認めた(図3)。鎖骨下面と烏口突起上面に軟骨組織や滑膜腔を認めなかったため、真の烏口鎖骨関節ではないが、一方の骨の動きが他方の動きに影響を及ぼしうる機能的な関節を営んでいる²⁶⁾。

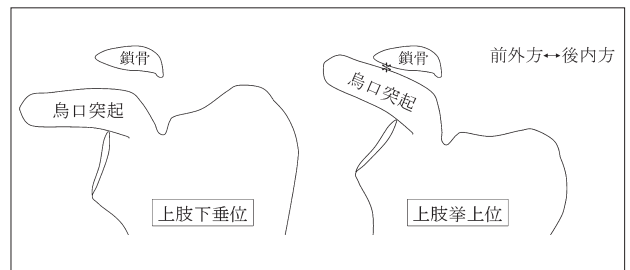


図3 機能的烏口鎖骨関節
右鎖骨を烏口突起部で矢状断して前内側から見た図。上肢下垂位(左図)では、鎖骨下面と烏口突起上面の間にスペースが存在する。肩甲骨の上方回旋を伴う上肢挙上位(右図)では、鎖骨下面と烏口突起上面が密着している(*)。このスペースに軟骨組織や滑膜腔を認めなかったが、上肢帯の運動に関わる機能的関節を形成する。さらに肩甲骨が上方回旋すれば、鎖骨下面の前方部が烏口突起に持ち上げられて鎖骨の後方回旋を生じる。

5. 横断面の変化

鎖骨の横断面は内側端から外側端にかけて、太い鈍三角柱状から薄い扁平状に変化する⁸⁾(図4)。鎖骨は胸鎖

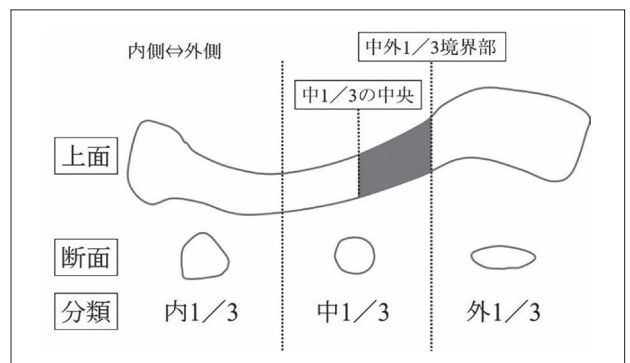


図4 鎖骨断面の形態と鎖骨骨折の好発部位
左鎖骨を上から見ている。鎖骨を3等分して、内側から内1/3、中1/3、および外1/3に分ける。鎖骨の断面は内1/3が鈍三角柱状、中1/3が円柱状、外1/3が扁平状である。鎖骨骨折が特に好発する中1/3の中央から中外1/3境界部にかけての領域を灰色で示した。

関節を支点として、鎖骨外側端がぶん回し運動する。鎖骨の運動に際して、支点到近い内側端寄りか鈍三角柱状や円柱状であれば、鎖骨周囲の組織と接触する領域を最小化して鎖骨の動きを妨げないことに役立つであろう。

外側端が扁平状になっていることは鎖骨が後方回旋するのに役立つ²⁶⁾。上肢挙上の際、肩甲骨の上方回旋によって烏口突起も同様の動きをする²⁵⁾。これにより鎖骨下面と烏口突起上面が衝突する。さらに肩甲骨の上方回旋が加わることで烏口突起が鎖骨を下方から突き上げる。この際、扁平状になっている鎖骨の前方部を突き上げるため、鎖骨の後方回旋が生じる²⁶⁾。烏口突起と衝突する鎖骨外側端が円柱状のままであったら、鎖骨は単に突き上げられるだけで、回旋する動きは生じないであろう(図3)。Inmanらの実験では、鎖骨の後方回旋運動ができないと、約90度以上に上肢を挙上できなかったことから²⁷⁾、鎖骨下面と烏口突起上面は上肢の挙上約90度で衝突すると考えられる。

Ⅲ. 発生機序

鎖骨骨折の分類をしたAllmanは手を衝いた力が鎖骨に伝達されたり、肩が強打されたりすることが鎖骨骨折の発生機序であると述べた⁵⁾。Stanleyらの鎖骨骨折患者を対象にした調査では、転倒して手を地面に衝いている図と転倒して肩を地面に衝いている図を患者に見てもらい、患者自身にどちらの状況で受傷したのかを選択させた。その結果、後者を選択した者がほとんどを占めた²⁸⁾。現在ではStanleyらの結果が支持されている。

肩の強打には、図5が示すように、鎖骨外側端に純粋な軸圧が加わる場合(図5-1)、外側端を押し下げるような屈曲力が加わる場合(図5-2)、あるいは外

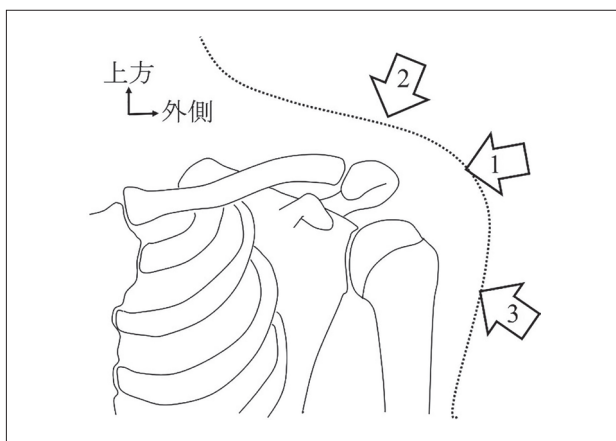


図5 鎖骨骨折の発生機序
左肩を強打した際に外力が加わる方向を1～3の矢印で示した。鎖骨長軸にかかる軸圧(1)、鎖骨外側端を押し下げる屈曲力(2)、および鎖骨外側端を押し上げる屈曲力などが考えられる。この他、捻転力や剪断力が加わることも考えられる。点線は皮膚の輪郭を示す。

側端を押し上げるような屈曲力が鎖骨に加わる場合(図5-3)などが考えられる。また、鎖骨下面と烏口突起の強い接触も鎖骨骨折を生じうる^{26, 29)}。

鎖骨の骨折型が階段状骨折、横骨折、粉碎状骨折、または斜骨折などを示して一様でないことから^{30, 31)}、軸圧や屈曲力だけでなく捻転力や剪断力なども生じていると考えられる。

Ⅳ. 好発部位

鎖骨骨折の好発部位は中1/3(中央部または骨幹部とも表現される)である⁵⁾。Robinsonらによれば、中1/3の損傷が69.2%、外1/3が28.0%、内1/3が2.8%を占める²⁾。骨折部位の詳細な調査結果を参照すると、好発部位は中1/3の中央から中外1/3境界部にかけてのより狭い範囲に限定される³⁰⁻³⁴⁾(図4)。この範囲は筋や靭帯が附着しないため、軟部組織の補強が少ない部分である³⁵⁾。

Harringtonらのヒト鎖骨を用いた実験によれば、鎖骨に屈曲力や捻転力を加えると中1/3で損傷する傾向があった¹⁵⁾。軸圧を加えた場合は、前方凸と後方凸の弯曲移行部、すなわち中外1/3境界部で損傷が生じるであろう。したがって、この狭い範囲内において、屈曲力や捻転力が作用すると近位寄りで損傷し、軸圧が作用すると遠位寄りで損傷すると考えられる。

Ⅴ. 症 状

患者は頭部を患側に傾け健側の手で患肢を支えて疼痛を緩和する。さらに患側の肩は下垂し、肩幅が狭く見える。異常可動性、圧擦音、限局性圧痛、皮下出血斑、および腫脹を認める^{4, 6, 7)}(図6-A)。

Ⅵ. 骨片転位

遠位骨片は患肢重量による下垂、大胸筋の緊張による短縮転位、および前方回旋(鎖骨前縁が下方へ回る動き)転位を認める³⁶⁾(図6-B)。後述するが、遠位骨片の外側端が前方に屈曲する転位も生じうる^{25, 37)}。

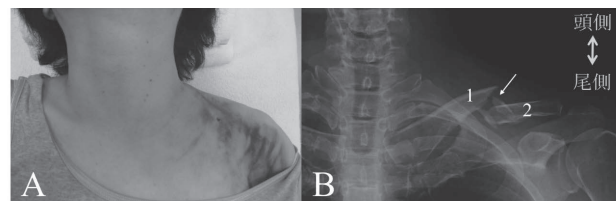


図6 左鎖骨骨折の症例(56歳女性、受傷3日後)
本症例は自転車走行中に電柱に激突して受傷した。外見(A)とそのX線画像(B)を示す。B: 近位骨片(1)と遠位骨片(2)の間が骨折部を表す。白矢印は近位骨片や遠位骨片とは別の骨片(第3骨片)を示す。

近位骨片は胸鎖乳突筋の緊張によって後上方へ転位すると考えられてきた^{4, 6, 7)}。しかし、胸鎖乳突筋が緊張して近位骨片を牽引しているのか、それとも、頭部を患側に傾けて筋の起始と停止を近づけることで胸鎖乳突筋が弛緩して近位骨片を牽引していないのか、は不明である。近位骨片は遠位骨片と比較しても転位しないとする報告も散見される^{30, 33, 38)}。

筆者らは両側の鎖骨が同時に撮影されたX線画像を用いて定量的に近位骨片の転位量を調査したところ、患側の近位骨片は健側と比較しても差異はなく、原位置を保つ傾向を認めた。したがって、胸鎖乳頭筋が緊張して近位骨片を牽引する作用はほとんどないと考えられた³⁹⁾。しかしながら、本研究の症例の中には、明らかに近位骨片が上方転位する症例が10例中2例存在した(図7)。解剖体による鎖骨骨折モデルを利用した実験では、上方転位した近位骨片が僧帽筋の筋腹を貫通するかのように位置した³⁵⁾。Jablonらは徒手整復不能症例(13歳女性)に対して手術療法を行ったところ、近位骨片が僧帽筋を貫通していたため、僧帽筋の筋線維を裂かなければ整復できなかったと報告した⁴⁰⁾。さらに、ManskeらやJupiterらは、偽関節に陥った患者の術中所見において近位骨片が僧帽筋に貫通したままの状態を多く観察した^{41, 42)}。鎖骨外側端を押し下げるような屈曲力が鎖骨に加わると(図5-2)、遠位骨片に対して近位骨片が上方転位かつ短縮転位を生じて僧帽筋を貫通し、近位骨片はその位置で筋に固定されるであろう。したがって、近位骨片が上方転位する症例は発生機序と僧帽筋による骨片の固定という2つの因子が大きく関与すると考えられる。

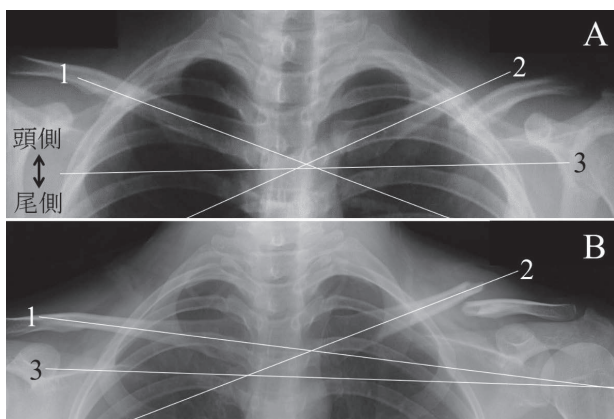


図7 近位骨片の転位
17歳男性の左鎖骨骨折(A)と19歳女性の左鎖骨骨折(B)のX線画像を示す。Aの症例では健側に比べて患側の近位骨片は上方に転位していない。健側鎖骨の長軸線(1)と両側の第5肋骨上縁を結んだ基準線(3)のなす角、および、患側近位骨片の長軸線(2)と基準線のなす角は、ともに約22度である。
Bの症例では近位骨片が上方に転位している。Aと同様に計測をすると、健側鎖骨の長軸線(1)と基準線(3)のなす角は約5度、患側では約22度である。Bのような症例では、軟部組織の介在を疑う。

このように、近位骨片のふるまい方には原位置を保つ場合と上方転位する場合の2種類あると考えられることから、鎖骨骨折に対する整復法は近位骨片の転位に応じて変える必要があるかもしれない。ただし、近位骨片の転位に関する研究は2次元の単純X線画像だけでなく、3DCT画像を用いた3次元データの解析も必要であろう。

Ⅶ. 疼痛緩和肢位

症状や骨片転位の項目ですでに触れたが、今一度、疼痛緩和肢位について検討する。筆者らは鎖骨骨折における骨片が筋の損傷に与える影響について、解剖体を用いた調査を行った³⁵⁾。その結果、近位骨片によって最も損傷されやすい位置関係にあるのは僧帽筋であった。三角筋や大胸筋は遠位骨片によって損傷されうるが、胸鎖乳突筋は両骨片から最も離れた位置にあった(図8)。したがって、筋損傷による発痛源となるのは胸鎖乳突筋ではなく僧帽筋の可能性が高い³⁵⁾。転位した骨片による僧帽筋へ侵害受容刺激が持続すれば、わずかな刺激でも僧帽

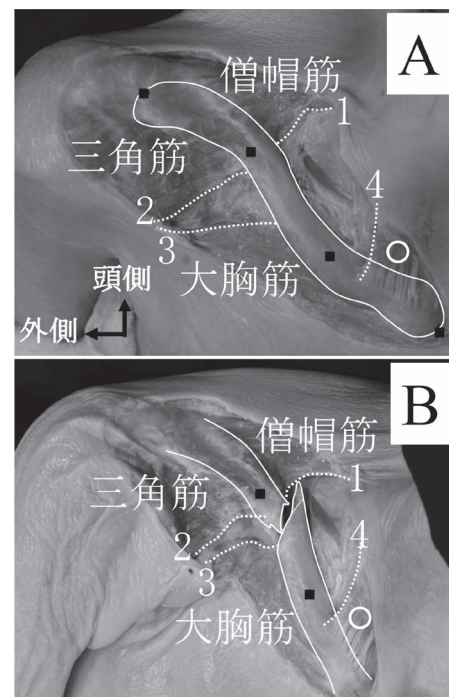


図8 骨片と筋の位置関係
解剖実習体の右肩部を前上方から見ている。鎖骨を実線で、筋の側縁を点線で示した。黒点は鎖骨を三等分する目印として示した。Aは骨を損傷させる前の状態、Bは鎖骨骨折の好発部位で骨損傷を生じさせた上、典型的な転位(遠位骨片を下垂かつ短縮転位)にした状態である。骨損傷部は僧帽筋、三角筋、および大胸筋に近接するが、胸鎖乳突筋(O)と最も離れた位置関係にある。Bにおいて、近位骨片は僧帽筋の内側縁(1の点線)を、遠位骨片は三角筋の内側縁(2の点線)や大胸筋の外側縁(3の点線)を、損傷しやすい位置関係にあった。4:胸鎖乳突筋の外側縁(鎖骨骨折の骨片転位が鎖骨に付着する筋に及ぼす影響、柔道整復・接骨医学23巻2号55頁より改変)

筋が強く収縮するようになり、痛みの悪循環が引き起こされる⁴³⁾。僧帽筋の持続的な収縮（緊張）を和らげるには頭部を患側に傾けるのが有効である。健側の手で患肢が下垂しないように挙上すれば、鎖骨外側端に停止する僧帽筋の停止部と外後頭隆起から頸部の項靭帯にかけての起始部が大きく近づくため、さらに有効である。鎖骨骨折の患者にみられる疼痛緩和肢位は骨片から最も離れた位置にある胸鎖乳突筋でなく、損傷の可能性が高い僧帽筋の緊張を緩和するための姿勢と考えられる。損傷の可能性が低い胸鎖乳突筋は持続的に緊張しないことから、近位骨片が上方転位するか否かに関わらず、胸鎖乳突筋が近位骨片の転位に与える影響はほとんどないと考えられる。

Ⅷ. 合併症・後遺症

1. 神経血管束の障害

1) 受傷時の（一次性）損傷

鎖骨の直下を走行する鎖骨下動静脈と腕神経叢は鎖骨中1/3の骨折で損傷しうる¹⁶⁾。鎖骨骨折の受傷時に神経血管束を損傷することは高度多発外傷を除いて極めてまれである⁴⁴⁻⁴⁷⁾。というのは、鎖骨下筋が鎖骨と神経血管束の間に介在して、緩衝材になっているためである^{16, 46, 48)}。

一次性血管損傷の一例を挙げる。英国総理大臣だったRobert Peel卿（1788～1850）は落馬して生じた鎖骨骨折の骨片が鎖骨下の血管を損傷した。受傷当日、片手で覆いきれないほどした肥大した鎖骨下部の腫脹は心拍動と同期して脈打つのが目視できた。翌日から激しく絶え間のない咳と頻脈を認め、さらにその翌日、治療の甲斐なく亡くなった⁴⁵⁾。

一次性神経損傷の一例を挙げる。サッカーの試合中に鎖骨骨折を生じた16歳の男子の徒手整復を試みたところ、鋭い痛みが上腕から前腕の内側部にかけて生じて整復が不能であった。X線画像では、直立した第3骨片が遠位骨片の下方に存在した。観血的に骨片を整復した際の所見では、第3骨片が鎖骨下筋を突き抜けて内側神経束を損傷していた⁴⁶⁾。

正常な鎖骨は神経血管束を直達外力から防御する役割を担うが¹⁶⁾、ひとたび骨折が生じると骨片が周囲の重要な器官を損傷する危険を孕んでいる。鎖骨下筋を「細々とした重要性のない筋」などと過小評価する解剖学の成書も存在する⁴⁹⁾が、鎖骨骨折におけるその働きは極めて重要である。

2) 受傷時以降の（二次性）損傷

ほとんどの神経血管束の障害は受傷時に合併することはない。固定期間中に生じる場合^{50, 51)}は、強すぎる固定による腋窩圧迫や固定不良による骨片転位の増大

などが原因である。骨癒合後に生じる場合^{52, 53)}は、過剰に形成された仮骨や転位したままの骨片などが原因となる。後述する偽関節や変形治癒を併発することが多い^{53, 54)}。

2. 変形治癒

1) 転位の状態と成因

変形治癒は受傷前の状態に復することなく転位を残したまま骨癒合が完了した状態を指す。鎖骨骨折は整復位を維持することは困難なため、変形治癒を生じることが極めて多い⁵⁵⁾。遠位骨片は下垂、短縮、または前方回旋の各転位を残して治癒する^{54, 56)}。外見上、患側肩が下がり、局所はこぶ状に隆起する⁵⁴⁾。後方から見ると、翼状肩甲骨様に肩甲骨内側縁が浮き上がる⁷⁾のは、変形治癒に伴って肩甲骨の位置が変化していることを意味する⁵⁷⁾。

715対の鎖骨標本を観察した研究では、骨折後の変形治癒と判定される鎖骨を54個認めた。その中で最も典型的な変形は短縮と角状突出であった³⁷⁾（図9）。疼痛緩和肢位において健側の手で患肢を支える姿勢では、患肢が前胸部にある⁵⁸⁾。この際、肩甲骨は外転（水平面において前進する動き）するため、遠位骨片の外側端は前方へ屈曲し、後方へ角状突出する変形を呈するであろう。そのまま骨癒合すれば、翼状肩甲骨様の外見につながることも考えられる。ただし、この変形の状態を単純X線画像で正しく評価するのは困難である⁵⁴⁾。

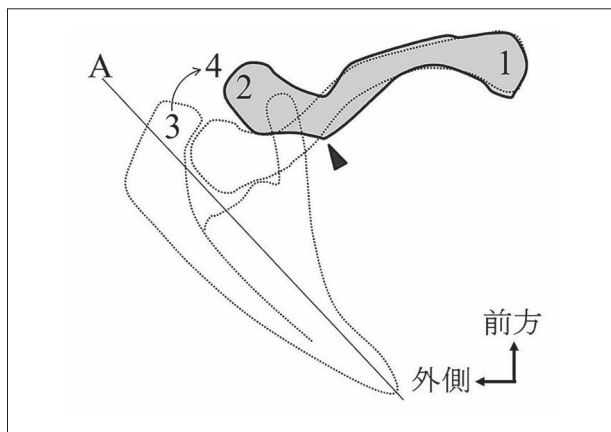


図9 変形治癒した鎖骨
左上肢帯を上方から見ている。変形治癒した鎖骨を灰色の領域で、同一人物の反対側の（正常な）鎖骨と肩甲骨を点線で示した。変形治癒した鎖骨は鎖骨内側端(1)から鎖骨外側端(2)までの距離が、反対側の鎖骨と比べて短縮するとともに、鎖骨外側端が前方へ屈曲して後方に角状突出した変形を呈する（矢頭）。肩鎖関節は正常であるから、鎖骨の変形に応じて、肩甲骨の肩峰(3)は4の位置に移動し、肩甲骨軸(A)は矢状面と平行に近づく（肩甲骨の外転）。鎖骨の変形に伴って肩甲骨が外転すると翼状肩甲骨様の外見をもたらす。

2) 症状

変形治癒が顕著になると、様々な症状(表1)をきたす⁵⁹⁾。健側と比較して男性で18mm以上、女性で14mm以上短縮して骨癒合すると患者の治療に対する満足度は低くなる⁶⁰⁾。男性と女性の平均的な鎖骨の長さは男性が158mm、女性が144mmであるから³⁵⁾、鎖骨の10%程度の長さが基準となるようである。この基準を超えて短縮転位すると、肩甲骨の運動に異常をきたす^{61, 62)}。加えて、肩関節の外転、屈曲、外旋および内旋の各筋力が有意に低下し、とりわけ外転力が最も低下する⁵⁶⁾。

表1 保存療法後の後遺症
偽関節(8名)と変形治癒(44名)に生じた症状とその人数を示す。

症状	偽関節 (n=8)	変形治癒 (n=44)
患側を下にした就寝不可	8	15
圧痛残存	8	12
肩ひもによる痛み	8	12
重量物の挙上困難	8	11
神経圧迫症状	8	8
鎮痛剤を常用する疼痛	7	6
美容上の問題	5	8
筋力低下	2	4
可動域制限	1	2

(名)

3. 偽関節

1) 発生率

偽関節は骨癒合せずに骨折の修復が終了したものである。1960年代における小児骨折や転位のない骨折も対象に含まれた調査では、鎖骨骨折における発生率はNeerが2235症例中3例⁶³⁾、Roweが566症例中4例³⁴⁾と報告し、1%に満たないとされた。このため、鎖骨骨折は保存療法が第1選択とされてきた。

小児骨折は含まないが転位のない骨折も対象にした調査では、Robinsonらが偽関節の発生率は6.2%⁶⁴⁾、蜂谷らは3.9%、喜久里は2.2%、澤田は2.8%と報告した⁶⁵⁻⁶⁷⁾。

Hillらは転位した鎖骨中1/3骨折の保存療法を行った成人患者52名に限定して調査したところ、15%が偽関節に陥り、31%が治療に不満足であるという結果を得た⁵⁹⁾。MurrayらはHillらと同条件の患者941名に対して行った調査で、13.3%が偽関節に陥ったと報告した⁶⁸⁾。

2) 発生因子

偽関節の発生因子の調査は多くなされている。Manskeら(1985年)は偽関節に至る主因子は骨片の間に軟部組織が介在すること⁴²⁾と述べ、Hillら(1997年)は20mm以上の短縮転位が大きく関与するが喫煙、年齢および性差との関連はないと報告した⁵⁹⁾。Robinsonら(2004年)は高齢の女性、転位の程度、および粉碎状骨折を主因子であると分析し⁶⁴⁾、Virtanenら(2012年)は短縮転位の量ではなくむしろ側方転位の量(鎖骨幅1.5倍以上の側方転位)が関連すると結論した⁶⁹⁾。さらにMurrayら(2013年)は転位の程度や粉碎状骨折も影響するが、むしろ喫煙と関連が強いことを明らかにした⁶⁸⁾。

これらの報告から、外力の大きさが偽関節の発生に関与すると考えられる。すなわち、外力が大きい程、転位の程度も大きくなり、また粉碎状骨折となりやすいであろう。一般的に、偽関節は局所的因子、全身的因子および治療的因子など多様な発生因子が想定されていること⁶⁾から、外力の大きさに加えて、その他の因子が複合的に重なり合って偽関節に至る可能性も考えられる。

3) 症状

偽関節に陥ると表1に示す症状を高頻度に認める⁵⁹⁾。偽関節患者の上肢を挙上させた研究では、肩甲骨の動きは健側と比較して何ら変化を認めないことから⁷⁰⁾、機能障害は少ないと考えられる。

IX. 国外における治療

1. 概念

ここでは国外(主に欧米諸国)の整形外科医による治療について検討する。

整復位保持のため患肢を持ち上げつつ胸を張らせた状態を継続させることは困難を伴う上、こうした肢位は患者にとって快適でないことから、転位した骨折の整復位保持は不可能と考えられている⁷⁾。これまで様々な固定法が考案・試行されてきたが、転位した鎖骨骨折は受傷時に撮影したX線画像とほぼ変わらずに治癒する⁵⁶⁾。したがって、転位があっても整復せずに8字帯による包帯固定や、三角巾で提肘する方法が多用される。現代人は快適さに慣れてしまったため、日常生活の不自由な固定に対する不耐性が、変形治癒や偽関節を増加させる一因と指摘されている⁷¹⁾。

2. 保存療法

1) 8字帯VS三角巾

Andersonらは転位した鎖骨骨折の患者を8字帯で固定する群と三角巾で提肘する群に無作為に振り分け

て治療成績を比較した。8字帯固定群は受傷2日後、1週間後および2週間後に8字帯の締め直しを行なった。三角巾固定群は患者自身が必要と感じる期間、できるだけ長く提肘するように指示した。その結果、いずれも受傷時の転位が残存したまま骨癒合した。したがって、比較的快適な三角巾で吊るすだけの方が、包帯の締めすぎによる腋窩の皮膚障害や患肢のしびれが出現する8字帯固定より好ましいと報告した⁵⁰⁾。

Ersenらも同様に、8字帯と三角巾による固定法を比較した。8字帯と三角巾は3週間継続した。その結果、8字帯で平均9.0mm、三角巾で平均7.7mmの短縮転位が残存し、治療成績に大きな差はなかった。したがって、比較的疼痛が少なく、装着が容易な三角巾が好ましいと結論した⁵¹⁾。

Ersenらの報告はAndersonらの報告から約30年後に実施されたものである。この間、鎖骨骨折の保存療法の考え方の変化や固定技術の進歩は認められないと言って良いであろう。

2) 後療法

前出のAndersonらはできる限り早く肩関節の運動を始めるように指導⁵⁰⁾し、Ersenらは受傷直後から肘の屈伸運動を毎日するよう指導した⁵¹⁾。Robinsonらは3週間後から関節可動域の拡大運動を、6週間後から筋力増強運動を処方する⁷²⁾と述べている。

3) 保存療法による後遺症の頻度

これまで見てきたように、国外における保存療法は短縮転位を残した骨癒合が容認されている⁵⁶⁾。カナダ整形外科・外傷協会は転位した鎖骨骨折患者111名を無作為に手術療法群と保存療法群に分けて、その治療成績を比較した。その結果、偽関節、手術を必要とする変形治癒、および神経血管束障害などの後遺症が保存療法を行った患者の63%に認められた。加えて、その患者の外見は患側の肩が下垂し、局所は有痛性のこぶ状の隆起を伴うと報告された³⁶⁾。これらの後遺症に悩まされる患者は手術療法で対処される⁷³⁾。

3. 手術療法

1) 手術療法の有用性

Hillらの報告⁵⁹⁾以降、転位した鎖骨骨折に対する治療は手術療法が第1選択との考え方が広く浸透した。そのエビデンスを示そうと、無作為化比較試験による多くの調査が行われてきた^{36, 69, 72, 74)}。その結果は骨癒合に要する期間が短く、偽関節の発生率が低く、かつ早期に機能回復が見込める手術療法が優れているとの結論であった。これらの報告以降、成人の鎖骨骨折は「転位があれば手術療法」が国外において標準となった。

2) 保存療法の有用性

手術療法が優れているという結論を支持しない意見を挙げる。早期の機能回復(受傷6か月以内)は手術療法の方が優れているが、受傷1年後には両者の機能に相違はないとする報告^{69, 75)}や、保存療法の63%に後遺症を認めたことに対して手術療法では、術後感染、内固定器具の設置不良および神経血管束障害などが37%の患者に認められたことから、必ずしも後遺症が保存療法に多いと言い切れないとする報告³⁶⁾などがある。

Robinsonらは骨折治療にかかる費用について、手術療法が保存療法の約4.5倍かかること(それぞれ1068千円、238千円;2013年当時のレートで換算)を挙げた。さらに、これまで述べてきたような手術療法と保存療法の長所と短所を患者に説明すると、30歳より若い活動的な患者を除いて、ほとんどは保存療法を希望すると述べた。したがって、患者の年齢、活動性、あるいは患者自身が望む治療方法を考慮せずに、転位した鎖骨骨折は手術療法が第1選択という型にはめて治療することを否定している⁷²⁾。

4. 成長期における治療

これまで検討してきた保存療法と手術療法に関する報告は16~18歳以上の患者が対象であったが、ここでは成長期の患者を対象として話を進める。骨の成長はおおむね男性は18歳、女性は16歳で終了する⁶⁾。この時期、盛んな骨リモデリング能力があるためほとんどの骨折は保存療法が行われる⁷⁶⁾。治療の結果、ほとんどの症例で変形治癒するが、偽関節になる症例もまれに存在する⁷⁷⁾。過去に鎖骨骨折をして変形して癒合した部分が再び骨折すると、偽関節に発展する危険性が高い^{78, 79)}。近年、成長期の患者に対する治療は手術療法と保存療法のどちらが好ましいか調査されているが、両者の成績に差はないとする報告が多い^{80, 81)}。

X. 国内の医科領域における治療

1. 概念

ここでは日本国内の整形外科医による治療を検討する。国外の無作為化比較試験の結果を受けて、国内の医科領域でも手術療法の適応が拡大しつつある。しかしながら、短縮転位があっても多くの鎖骨骨折が問題なく治癒することは周知のことであるとの考え方から⁸²⁾、国内の医科領域では「転位があっても保存療法」が原則である^{25, 48, 83)}。

2. 保存療法

1) 整復と固定

転位した骨折に対しては整復を行う。坐位整復法や背臥位整復法があるが、いずれも短縮転位を除去し、患肢を挙上するとともに近位骨片を上方より圧迫する

と代表的な整形外科書に記載される⁴⁾。しかしながら、整復位の保持は困難との考えから、胸を張らせながら鎖骨バンドや三角巾で固定するのみの施設が散見される^{67, 84)}。固定は6～8週間実施する^{4, 48)}。

2) 後療法

週1回の通院とし、X線画像で局所を確認するとともに鎖骨バンドや三角巾を締め直す⁸⁵⁾。早期から肩関節の内外旋運動を疼痛の範囲内で行い⁴⁸⁾、仮骨出現後は積極的な可動域訓練を開始する³⁾。

近年、振動による力学的刺激で骨癒合や靭帯修復を促進する低出力超音波パルス (Low Intensity Pulsed Ultrasound ; LIPUS) が注目されている^{86, 87)}。鎖骨骨折の患者にLIPUSを照射すると、照射しなかった患者に対して、スポーツ復帰した時期が有意に早いと報告されている⁸⁸⁾。

3. 手術療法

保存療法が原則であるが、開放性骨折、骨折端の接触のない骨折、骨片による皮膚障害が憂慮される骨折、神経血管束障害のある骨折、および社会的要因を考慮すべき骨折 (スポーツ選手、肉体労働者、および美容的理由など) は手術療法の適応とされる^{3, 48)}。ただし、どの治療を選択するか明確な基準は存在しないため、各施設が各症例に合わせて判断されているのが現状である⁶⁷⁾。手術療法はKirschner鋼線、各種髓釘、および各種プレートなどを用いた固定が行われる³⁾。

4. 後遺症

手術療法や保存療法を問わず、偽関節、変形治癒、およびこれら2つの後遺症に続発する神経血管束障害などが生じうる^{3, 4)}。

1) 保存療法後の偽関節

国外において保存療法を行った場合の偽関節発生率は6～15%程度^{59, 64, 68)}となっている。国内の医科領域では非常に少なく約2～4%の発生率⁶⁵⁻⁶⁷⁾である。国内・外の偽関節発生率に相違を認めるが、これは治療方法というよりむしろ治療対象 (治療方針) が異なるためと考えられる⁸²⁾。国外で保存療法を行った対象には転位の大きい症例から転位のない症例まで含まれている。一方で、国内では保存療法で治癒すると判断される症例 (転位が大きい症例) のみが対象となっている。このことから、原則的に保存療法で対処する国内の医科領域における治療方針は偽関節発症を防止する観点から優れているようである。

2) 保存療法後の変形治癒

国外において保存療法 (三角巾または8字帯による

固定) を行った49症例中、患側の肩が下垂した症例が10例 (20%)、局所のこぶ状隆起や健側との比較で非対称な外見を呈した症例が22症例 (45%) と報告されている³⁶⁾。前出のErsenらの調査では、8字帯で 9.0 ± 3.8 mm、三角巾で 7.7 ± 3.0 mmの短縮転位が残存したとの結果⁵¹⁾から、ほとんどの症例で短縮転位が遺残しているであろう。

一方で、国内の代表的な整形外科書では変形治癒が多いと記載される⁴⁾ものの、有田は保存療法を行った患者291例中4例 (1%) に外見上の明らかな変形を認めた。この報告の中で有田は転位のある骨折に対してチョッキ型ギプス包帯による固定を施行したが、それでも多少の変形治癒はやむを得ないと述べている³¹⁾。国内・外の変形治癒の発生頻度を比較すると、ギプス固定による強固な固定を行った国内の医科領域における保存療法が優れていると考えられる。ただし、近年ではギプス包帯³¹⁾でなく鎖骨バンドや三角巾による固定が汎用されるため、国内の医科領域でも変形治癒が増加しつつあると考えられる。

3) 保存療法後の神経血管束障害

前出の有田は保存療法291例中6例 (2%) に遅発性腕神経叢麻痺が生じたが、血管障害は発生しなかったと報告した³¹⁾。国外において保存療法 (三角巾または8字帯による固定) を行った49症例中、生じてしまった変形治癒に対して手術療法が必要であった症例が9例 (18%) と報告されている³⁶⁾。なぜ手術療法が必要であったかは記載されてないが、患者にとっては堪えがたい神経血管束障害があったからと推測される。ギプス固定という強固な固定をした方が、変形治癒を生じる割合が極めて少ないことから、神経血管束障害に至ることなく良好な結果を得ることが可能と考えられる。

4) 手術療法に伴う後遺症

手術療法に伴う後遺症には、感染⁸⁹⁾、内固定材料の遊走・折損⁹⁰⁾、内固定材料による刺激症状、抜釘後の再骨折³⁾などがある。

XI. 柔道整復領域における治療

1. 概念

ここでは柔道整復師による治療を検討する。

柔道整復師法第4章第16条で規定されるように⁹¹⁾、柔道整復師の治療は「すべて保存療法」である。したがって、保存療法の適応とリスクを理解することが極めて重要である⁹²⁾。国内の医科領域では手術適応となる骨折端の接触のない骨折や骨片による皮膚障害が憂慮される骨折なども、注意深い経過観察のもと柔道整復師の保存療

法適応例として治療されてきた。柔道整復領域における保存療法の限界に関して、一般論ではあるが、筆者らは開放性骨折、神経血管束障害を呈する骨折、および局所の腫脹が顕著な骨折が該当すると考えている。顕著な腫脹は受傷してから長期の時間経過後に来院する場合に見受けられるが、こうした際には骨片の触知だけでなく骨片へ徒手整復力を伝達させることが困難となる。それゆえ的確な評価も治療も大きく妨げられる。そのような症例は保存療法の限界を超えると判断し、適切な処置と迅速な医療機関への受診を促す必要がある。

2. 徒手整復法

1) 近位骨片の整復

整復の方法には坐位整復法や臥位整復法がある。いずれも短縮転位の除去、患肢挙上、および近位骨片の圧迫などが行われる⁹²⁾。臥位整復法では、整復肢位のまま固定できる簡便さから鎖骨整復台の使用が好まれる^{92, 93)}。先述したように、患側の近位骨片は原位置を保つ傾向がある^{30, 33, 38, 39)}。近位骨片を圧迫してもほとんど動かず、わずかに圧迫できたとしてもその指を離すと直ちに原位置に復すること⁹⁴⁾からも、近位骨片の操作は必ずしも必要ではないと考えられる。原位置にある近位骨片を圧迫した状態の保持を試みれば、近位骨片の固定が煩雑になるばかりでなく、近位骨片が経時的に原位置に復するため再転位を生じる一因となりうる³⁹⁾。

一方で、近位骨片が上方転位する症例に対しては、近位骨片が僧帽筋に固定される可能性を考慮して、遠位骨片に対する近位骨片の短縮転位を除去する操作を行う。その後、近位骨片を下方へ圧迫する操作を含め、転位に応じた整復を要する。

2) 遠位骨片の整復

短縮転位と角状突出の残存は最も多い変形治癒である³⁷⁾。信原は肩甲骨を後方に引いて、肩鎖関節と胸鎖関節の間をできるだけ離すことが重要と述べたように²⁵⁾、この操作を確実に行うことで短縮転位と角状突出は整復されうる(図10)。坐位整復法では第1助手が患者の両肩部を後外方に引くことによって、整復台を用いた臥位整復法では両肩部を外転および伸展させることによって、これらの転位が整復される。この際、肩関節の外旋を加えると鎖骨長軸上に張力が生じる⁹⁵⁾ため短縮転位の除去に有効であろう。その後、遠位骨片の十分な挙上を行って近位骨片に適合させる⁹²⁾。変形治癒がほとんど生じないことから薄い布団を敷いて仰臥位に寝かせておくのが最も良い治療法⁹⁶⁾と言われて実践されたこともあったが、現代社会において、患者を長期間臥位のままにさせておくことは敬遠されよう。

両肩部を後外方に引いた、いわゆる胸を張らせる姿

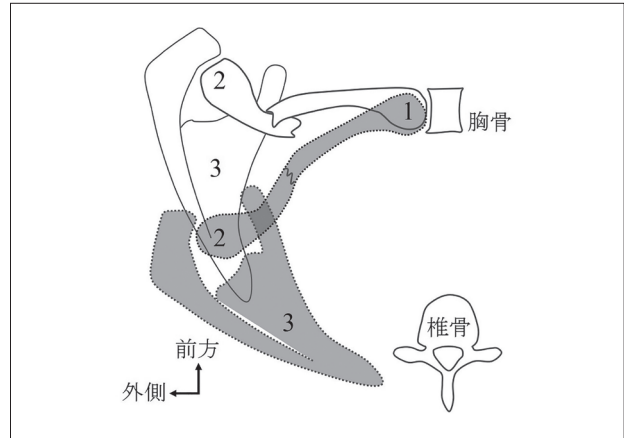


図10 遠位骨片の整復

左上肢帯を上から見ている。白領域の上肢帯は鎖骨骨折を整復する前の状態、灰色領域の上肢帯は整復後を示す。肩甲骨を後方に引く(胸を張らせる)ことで短縮転位と角状突出は整復される。この操作が不十分なまま骨癒合した鎖骨は図9の変形した鎖骨と形態が類似する。1:鎖骨内側端、2:鎖骨外側端、3:肩甲骨。(信原克哉, 肩:その機能と臨床, 第3版, 東京:医学書院; 2011年発行, 364頁, 図8-102. 医学書院より改変)

勢は遠位骨片の短縮転位を除去する際に必須のものである。さらに、筆者らの研究結果^{35, 39)}や近位骨片が僧帽筋を貫通しうる事実⁴⁰⁻⁴²⁾を合わせて考慮すれば、胸を張らせる姿勢は近位骨片による僧帽筋の介在を除去するという極めて重要な役割を果たす³⁵⁾。近位骨片が上方に転位する症例、両骨片端の間が広く離れる症例、あるいは圧聴音を認めなかったりする症例は軟部組織、とりわけ僧帽筋の介在を危惧して⁴²⁾、徒手整復を行う必要がある。胸を張らせる姿勢を重視してきた柔道整復師の鎖骨骨折治療⁵⁵⁾で、偽関節に至る症例をほとんど耳にすることがない理由の一つが、この整復操作にあると考えられる。国外の医科領域はもとより、国内の医科領域でも近年は整復操作を積極的に行わなくなりつつある^{67, 82, 84)}ようだが、この整復法は転位した鎖骨骨折の保存療法に必須の治療法であると筆者らは考えている。

3. 外固定法

患部の動揺や再転位の防止、疼痛の軽減、および二次損傷の予防などを目的に実施される。古典的な外固定法であるDesault包帯法、Sayre絆創膏法、ならびにVelpeau包帯法などは固定力が弱いためほとんど用いられない⁹³⁾。現在、三角巾、絆創膏、綿花、巻軸包帯、ギプス包帯およびクランメルなど多くの固定材料を用いた方法がある。クランメルシーネを両肩部の間にあてがう方法、肩甲骨を挙上させる外転副子を利用した方法、綿花を丸めた肩ひもで両肩を後方に引く方法、ゴムチューブで固定肢位の維持を図る方法など多彩である⁹⁴⁾。しかしながら、整復肢位を維持するのが困難なため、わずかな転位を残し

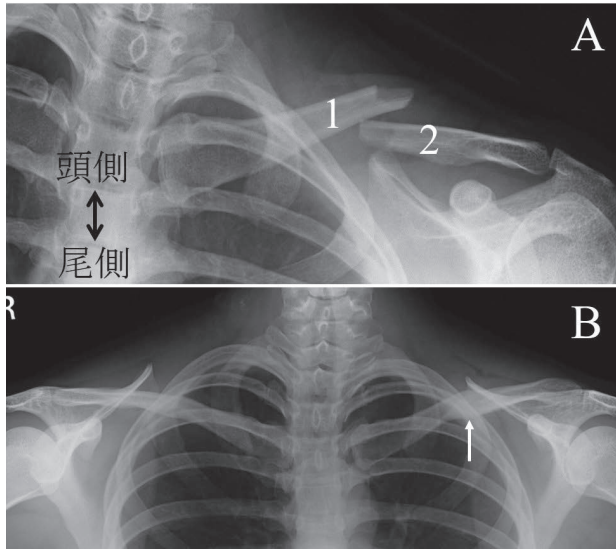


図11 わずかに変形して治癒した症例
柔道で肩を強打して受傷した左鎖骨骨折（21歳女性）のX線画像(A)と受傷4か月後のX線画像(B)。Bの白矢印は変形治癒した部分を示す。1：近位骨片，2：遠位骨片

て骨癒合する場合がほとんどである^{6, 55)} (図11)。

国内の医科領域において変形治癒は多いと記載される⁴⁾が、変形の程度は不明である。近年では、積極的な整復操作を行わなくなりつつあることや以前のようなギプス固定³¹⁾ではなく鎖骨バンドや三角巾など強固ではない固定が施行されることを鑑みれば、国内の医科領域の保存療法における局所の状態は柔道整復領域よりも変形の程度が強いであろう。したがって、変形治癒（や偽関節）を生じにくい外固定法は柔道整復領域が最も優れていると考えられる。

胸を張った姿勢を維持するのは重要であるが、過度に張らせると上肢の浮腫をもたらす⁵⁵⁾。また、強固な固定は日常生活動作の低下を招く上、皮膚障害が生じやすい^{50, 51, 97)}。再転位、患肢の浮腫、および腋窩の皮膚障害をきたさない外固定法の追究は困難を極めるが、改良の余地はいまだ残されている。

4. 後療法

1～2週間は冷罨法を施す。2週間で骨折部が安定したら積極的な手技療法と軽度の運動療法を開始し、4週間で肩関節の自動外転が90度前後になることを目標とする。4週間で骨癒合が得られることから強固な固定を除去し、5～6週間で背側8字帯固定のみ、8～9週間で固定を完全に除去する⁹²⁾。

国内・外の医科領域における後療法と比較すると、柔道整復領域では外固定法や関節可動域訓練の変更時期に関する事項がこと細かに挙げられている。このように、正常な治癒過程に合わせた後療法の日安を明示することは重篤な後遺症を未然に防ぐこと、すなわち、強固な固

定期間が短すぎるために局所の骨癒合が遅れて偽関節（遷延治癒）に移行したり、完全な骨癒合を得ない時期からの可動域訓練による変形治癒を生じさせたりしないこと、に役立つであろう。もし、この治癒過程にそぐわない異常経過をきたした場合、例えば骨折部の炎症が再度出現してさらに固定期間を延長せざるを得ない場合などは治療が適切でないと判断して慎重に再評価を行う^{92, 93)}。物理療法、手技療法、および運動療法を組み合わせた効果的な治療を行い、1日も早く受傷以前の形態と機能に復することが重要である。

XII. おわりに

国外では「転位があれば手術療法」、国内の医科領域では「転位があっても保存療法」、柔道整復領域では「すべて保存療法」、が鎖骨骨折治療の指針と考えられた。この指針だけを見れば、手術療法が適応であると判断される患者に対して柔道整復師自ら手術療法を実践できないことは大きなデメリットである。しかしながら、来院時死亡症例を扱うような国内の病院においても保存療法の対象となる鎖骨骨折が全体の約8割を占める⁶⁷⁾ことから、手術適応の鎖骨骨折はそれほど多くない。

保存療法適応例に対して、腋窩の皮膚障害や患肢の浮腫などが問題となるものの、適切な整復、強固な固定、そして患部の状態に合わせた後療法を的確に実践するよう柔道整復師は努めてきた。その結果、偽関節、変形治癒、および神経血管束障害へ至ることが国内・外の医科領域よりも少ないと考えられる。したがって、柔道整復師による治療は“固定期間中の不便さはあるが、重篤な後遺症なく治癒する”と特徴づけられるであろう。ただし、医科領域との連携（医接連携）があつてこそその特徴であることをここに銘記したい。

本稿で紹介してきたように、われわれは国内・外の整形外科医が記した論文を読むことによって、その治療の概念、方法、および結果を知ることができる。しかしながら、柔道整復師は自らの治療経験を論文としてあまり発信してこなかった。したがって、国外はもとより国内の多くの医療者にも、柔道整復師が行う治療の特徴を知る由もない。保存療法に特化した柔道整復師の技術を発信し、医療全体の共有財産とすべき時期がすでに来ているのではないだろうか。

謝 辞

本稿の作成にあたり、東京有明医療大学特別研究費の助成を受けたことに深謝いたします。

利益相反

開示すべき利益相反事項はありません。

引用文献

- 1) O'Neill BJ, Hirpara KM, O'Briain D et al. Clavicle fractures : a comparison of five classification systems and their relationship to treatment outcomes. *International Orthopaedics* 2011 ; 35 (6) : 909-914.
- 2) Robinson CM. Fractures of the clavicle in the adult. Epidemiology and classification. *Journal of Bone and Joint Surgery (British Volume)* 1998 ; 80 (3) : 476-484.
- 3) 富士川恭輔, 鳥巢岳彦. 骨折・脱臼. 改訂3版. 東京 : 南江堂 ; 2010. p. 635-651.
- 4) 岩本幸英. 神中整形外科学. 改訂22版 (下巻). 東京 : 南山堂 ; 2004. p. 348-351.
- 5) Allman FL Jr. Fractures and ligamentous injuries of the clavicle and its articulation. *Journal of Bone and Joint Surgery (American Volume)* 1967 ; 49 (4) : 774-784.
- 6) 全国柔道整復学校協会. 柔道整復学・理論編. 改訂第6版. 東京 : 南江堂 ; 2018. p. 37-225.
- 7) Rockwood CA Jr, Basamania CJ. Rockwood and Matsen's The shoulder. 5th edition. Philadelphia : Saunders/Elsevier ; 2017. p. 365-452.
- 8) 森 於菟, 小川鼎三, 大内 弘 ほか. 分担解剖学 : 総説・骨学・靭帯学・筋学. 改訂第11版. 東京 : 金原出版 ; 1982. p. 19-221.
- 9) 須田立雄. 新・骨の科学. 第1版. 東京 : 医歯薬出版 ; 2009. p. 17-62.
- 10) Wall JJ. Congenital pseudarthrosis of the clavicle. *Journal of Bone and Joint Surgery (American Volume)* 1970 ; 52 (5) : 1003-1009.
- 11) 見目智紀, 落合信晴, 西須 孝 ほか. 肩関節周囲の先天性骨欠損・筋欠損が肩関節に及ぼす影響. *肩関節* 2010 ; 34 (3) : 663-666.
- 12) Knudsen FW, Andersen M, Krag C. The arterial supply of the clavicle. *Surgical and Radiologic Anatomy* 1989 ; 11 (3) : 211-214.
- 13) Murlimanju BV, Prabhu LV, Pai MM et al. Neurovascular foramina of the human clavicle and their clinical significance. *Surgical and Radiologic Anatomy* 2011 ; 33 (8) : 679-682.
- 14) Havet E, Duparc F, Tobenas-Dujardin AC et al. Vascular anatomical basis of clavicular non-union. *Surgical and Radiologic Anatomy* 2008 ; 30 (1) : 23-28.
- 15) Harrington MA Jr., Keller TS, Seiler JG 3rd et al. Geometric properties and the predicted mechanical behavior of adult human clavicles. *Journal of Biomechanics* 1993 ; 26 (4-5) : 417-426.
- 16) Galley IJ, Watts AC, Bain GI. The anatomic relationship of the axillary artery and vein to the clavicle : a cadaveric study. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 2009 ; 18 (5) : e21-25.
- 17) Abbott LC, Lucas DB. The function of the clavicle ; its surgical significance. *Annals of Surgery* 1954 ; 140 (4) : 583-599.
- 18) Gruber WL. A monograph with remarks including : contributions to the anatomy of the region infraclavicularis and deltoidea. *Mem Acad Sci St Petersburg VII Series* 1861 ; 1-28.
- 19) 安部国雄. Articulatio Coraco-clavicularisとその頻度について. *解剖学雑誌* 1964 ; 39 (4) : 227-231.
- 20) Pillay VK. The coraco-clavicular joint. *Singapore Medical Journal* 1967 ; 8 (3) : 207-213.
- 21) Lewis OJ. The coraco-clavicular joint. *Journal of Anatomy* 1959 ; 93 : 296-303.
- 22) Hall F. Coracoclavicular joint. *British Medical Journal* 1950 ; 1 (4656) : 766.
- 23) Cheung TF, Boerboom AL, Wolf RF et al. A symptomatic coracoclavicular joint. *Journal of Bone and Joint Surgery (British Volume)* 2006 ; 88 (11) : 1519-1520.
- 24) Ma FY, Pullen C. A symptomatic coracoclavicular joint successfully treated by surgical excision. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 2006 ; 15 (5) : e1-4.
- 25) 信原克哉. 肩 : その機能と臨床. 第3版. 東京 : 医学書院 ; 2011. p. 78-366.
- 26) Nakazawa M, Koizumi M, Nimura A et al. Functional aspects of the coracoclavicular space. *Surgical and Radiologic Anatomy* 2011 ; 33 (10) : 913-918.
- 27) Inman VT, Saunders JB. Observations on the Function of the Clavicle. *California Medicine* 1946 ; 65 (4) : 158-166.
- 28) Stanley D, Trowbridge EA, Norris SH. The mechanism of clavicular fracture : A clinical and biomechanical analysis. *Journal of Bone and Joint Surgery (British Volume)* 1988 ; 70 (3) : 461-464.
- 29) 小川清久. 烏口突起骨折-その分類と発生機転. *日整会誌* 1990 ; 64 : 909-919.
- 30) 桜井章吾. 鎖骨々折に関するレ線学的研究. *北関東医学* 1964 ; 14 (6) : 1-39.
- 31) 有田親史. 鎖骨々折の保存的治療について. *災害医学* 1978 ; 21 (9) : 913-927.
- 32) 山田憲吾, 新野 徳, 渡部英一 ほか. 鎖骨, 肋骨, 骨盤骨折の統計的観察. *災害医学* 1968 ; 10 (4) : 197-203.
- 33) 柄内 巖, 佐瀬 昭, 中村義憲 ほか. 我々の教室に於ける過去3ヶ年の鎖骨々折に就いて. *岩手医学雑誌* 1956 ; 8 (2) : 109-113.
- 34) Rowe CR. An atlas of anatomy and treatment of midclavicular fractures. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 1968 ; 58 : 29-42.
- 35) 中澤正孝, 櫻井敬晋, 根本恒夫. 鎖骨骨折の骨片転位が鎖骨に付着する筋に及ぼす影響 : 解剖標本を用いた鎖骨骨折モデルによる検討. *日本柔道整復・接骨医学会誌* 2014 ; 23 (2) : 51-58.
- 36) Canadian Orthopaedic Trauma Society. Nonoperative treatment compared with plate fixation of displaced midshaft clavicular fractures. A multicenter, randomized clinical trial. *Journal of Bone and Joint Surgery (American Volume)* 2007 ; 89 (1) : 1-10.
- 37) Edelson JG. The bony anatomy of clavicular malunions. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 2003 ; 12 (2) : 173-178.
- 38) 野竹富士雄. 定型的鎖骨骨折 : 胸鎖乳突筋による骨片転位を問う. *柔道整復・接骨医学* 1993 ; 1 (4) : 171.
- 39) 中澤正孝, 櫻井敬晋, 久米信好 ほか. 胸鎖乳突筋が定型的鎖骨骨折の近位骨片に与える影響. *柔道整復・接骨医学* 2012 ; 20 (3) : 139-144.
- 40) Jablon M, Sutker A, Post M. Irreducible fracture of the middle third of the clavicle. Report of a case. *Journal of Bone and Joint Surgery (American Volume)* 1979 ; 61 (2) : 296-298.
- 41) Jupiter JB, Leffert RD. Non-union of the clavicle. Associated complications and surgical management. *Journal of Bone and Joint Surgery (American Volume)* 1987 ; 69 (5) : 753-760.
- 42) Manske DJ, Szabo RM. The operative treatment of mid-shaft clavicular non-unions. *Journal of Bone and Joint Surgery (American Volume)* 1985 ; 67 (9) : 1367-1371.
- 43) 沖田 実. ペインリハビリテーション. 第1版. 東京 : 三輪書店 ; 2011. p. 134-146.
- 44) Barbier O, Malghem J, Delaere O et al. Injury to the brachial plexus by a fragment of bone after fracture of the clavicle. *Journal of Bone and Joint Surgery (British Volume)* 1997 ; 79 (4) : 534-536.
- 45) Dickson JW. Death following fractured clavicle. *British Medical Journal* 1952 ; 2 (4785) : 666.
- 46) Van Vlack HG. Comminuted Fracture Of Clavicle With Pressure On Brachial Plexus : Report of a Case. *Journal of Bone and Joint Surgery* 1940 ; 22 (2) : 446-447.
- 47) Howard FM, Shafer SJ. Injuries to the clavicle with neurovascular complications. A study of fourteen cases. *Journal of Bone and Joint Surgery (American Volume)* 1965 ; 47 (7) : 1335-1346.
- 48) 越智隆弘. 最新整形外科学大系, 肩関節・肩甲帯. 第1版. 東京 : 中山書店 ; 2008. p. 2-225.
- 49) McMinn RMH. Last's Anatomy: Regional and Applied : 9th edition. New York : Churchill Livingstone ; 1994. p.56.
- 50) Andersen K, Jensen PO, Lauritzen J. Treatment of clavicular

- fractures. Figure-of-eight bandage versus a simple sling. *Acta Orthopaedica Scandinavica* 1987 ; 58 (1) : 71-74.
- 51) Ersen A, Atalar AC, Birisik F et al. Comparison of simple arm sling and figure of eight clavicular bandage for midshaft clavicular fractures : a randomised controlled study. *Bone Joint Journal* 2015 ; 97-b (11) : 1562-1565.
 - 52) Matz SO, Welliver PS, Welliver DI. Brachial plexus neuropraxia complicating a comminuted clavicle fracture in a college football player. Case report and review of the literature. *American Journal of Sports Medicine* 1989 ; 17 (4) : 581-583.
 - 53) Fujita K, Matsuda K, Sakai Y et al. Late thoracic outlet syndrome secondary to malunion of the fractured clavicle : case report and review of the literature. *Journal of Trauma* 2001 ; 50 (2) : 332-335.
 - 54) McKee MD, Wild LM, Schemitsch EH. Midshaft malunions of the clavicle. *Journal of Bone and Joint Surgery (American Volume)* 2003 ; 85-A (5) : 790-797.
 - 55) 竹内義享, 澤田 規, 池内隆治 ほか. 鎖骨骨折の固定肢位. 柔道整復・接骨医学 2004 ; 12 (4) : 283-288.
 - 56) McKee MD, Pedersen EM, Jones C et al. Deficits following nonoperative treatment of displaced midshaft clavicular fractures. *Journal of Bone and Joint Surgery (American Volume)* 2006 ; 88 (1) : 35-40.
 - 57) Andermahr J, Jubel A, Elsner A et al. Malunion of the clavicle causes significant glenoid malposition : a quantitative anatomic investigation. *Surgical and Radiologic Anatomy* 2006 ; 28 (5) : 447-456.
 - 58) 竹内義享, 井上 聡, 田口大輔 ほか. 鎖骨骨折における提肘肢位の検討. 柔道整復・接骨医学 2006 ; 15 (2) : 38-42.
 - 59) Hill JM, McGuire MH, Crosby LA. Closed treatment of displaced middle-third fractures of the clavicle gives poor results. *Journal of Bone and Joint Surgery (British Volume)* 1997 ; 79 (4) : 537-539.
 - 60) Lazarides S, Zafiroopoulos G. Conservative treatment of fractures at the middle third of the clavicle: the relevance of shortening and clinical outcome. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 2006 ; 15 (2) : 191-194.
 - 61) Kim D, Lee D, Jang Y et al. Effects of short malunion of the clavicle on in vivo scapular kinematics. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 2017 ; 26 (9) : e286-e292.
 - 62) Matsumura N, Ikegami H, Nakamichi N et al. Effect of shortening deformity of the clavicle on scapular kinematics : a cadaveric study. *American Journal of Sports Medicine* 2010 ; 38 (5) : 1000-1006.
 - 63) Neer CS 2nd. Nonunion of the clavicle. *Journal of the American Medical Association* 1960 ; 172 : 1006-1011.
 - 64) Robinson CM, Court-Brown CM, McQueen MM et al. Estimating the risk of nonunion following nonoperative treatment of a clavicular fracture. *Journal of Bone and Joint Surgery (American Volume)* 2004 ; 86-A (7) : 1359-1365.
 - 65) 蜂谷将史, 井出野太一. 鎖骨骨幹部骨折に対する保存療法. *MB Orthopaedics* 2007 ; 20 (4) : 1-7.
 - 66) 喜久里教昌, 普天間朝拓, 山田 慎 ほか. 当院における鎖骨骨折に対する保存的治療の検討. *整形外科と災害外科* 2008 ; 57 (3) : 466-469.
 - 67) 澤田貴稔, 稲垣克記. 鎖骨骨幹部骨折に対する治療選択. *MB Orthopaedics* 2018 ; 31 (11) : 1-9.
 - 68) Murray IR, Foster CJ, Eros A et al. Risk factors for nonunion after nonoperative treatment of displaced midshaft fractures of the clavicle. *Journal of Bone and Joint Surgery (American Volume)* 2013 ; 95 (13) : 1153-1158.
 - 69) Virtanen KJ, Remes V, Pajarinen J et al. Sling compared with plate osteosynthesis for treatment of displaced midshaft clavicular fractures: a randomized clinical trial. *Journal of Bone and Joint Surgery (American Volume)* 2012 ; 94 (17) : 1546-1553.
 - 70) Kim E, Park JH, Han BR et al. In Vivo Analysis of Three-Dimensional Dynamic Scapular Dyskinesis in Scapular or Clavicular Fractures. *Acta Medicinæ Okayama* 2017 ; 71 (2) : 151-159.
 - 71) Bucholz RW, Court-Brown CM, Heckman JD et al. Rockwood and Green's fractures in adults : Clavicle Fractures. 7th. Philadelphia : Lippincott Williams & Wilkins ; 2010. p.1131.
 - 72) Robinson CM, Goudie EB, Murray IR et al. Open reduction and plate fixation versus nonoperative treatment for displaced midshaft clavicular fractures : a multicenter, randomized, controlled trial. *Journal of Bone and Joint Surgery (American Volume)* 2013 ; 95 (17) : 1576-1584.
 - 73) Martetschlager F, Gaskill TR, Millett PJ. Management of clavicle nonunion and malunion. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 2013 ; 22 (6) : 862-868.
 - 74) Judd DB, Pallis MP, Smith E et al. Acute operative stabilization versus nonoperative management of clavicle fractures. *American Journal of Orthopedics (Belle Mead, N.J.)* 2009 ; 38 (7) : 341-345.
 - 75) McKee RC, Whelan DB, Schemitsch EH et al. Operative versus nonoperative care of displaced midshaft clavicular fractures : a meta-analysis of randomized clinical trials. *Journal of Bone and Joint Surgery (American Volume)* 2012 ; 94 (8) : 675-684.
 - 76) van der Meijden OA, Gaskill TR, Millett PJ. Treatment of clavicle fractures: current concepts review. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 2012 ; 21 (3) : 423-429.
 - 77) Hughes K, Kimpton J, Wei R et al. Clavicle fracture nonunion in the paediatric population: a systematic review of the literature. *Journal of Children's Orthopaedics* 2018 ; 12 (1) : 2-8.
 - 78) Pennock AT, Edmonds EW, Bae DS et al. Adolescent clavicle nonunions: potential risk factors and surgical management. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 2018 ; 27 (1) : 29-35.
 - 79) Furey MJ, Zdero R, McKee MD. Clavicular Refracture at the Site of Angular Malunion in Young Athletes. *Journal of Orthopaedic Trauma* 2017 ; 31 (4) : e130-e132.
 - 80) Schulz J, Moor M, Roocroft J et al. Functional and radiographic outcomes of nonoperative treatment of displaced adolescent clavicle fractures. *Journal of Bone and Joint Surgery (American Volume)* 2013 ; 95 (13) : 1159-1165.
 - 81) Parry JA, Van Straaten M, Luo TD et al. Is There a Deficit After Nonoperative Versus Operative Treatment of Shortened Midshaft Clavicular Fractures in Adolescents? *Journal of Pediatric Orthopedics* 2017 ; 37 (4) : 227-233.
 - 82) 小林 誠. 鎖骨骨折. *MB Orthopaedics* 2015 ; 28 (10) : 211-216.
 - 83) 山本真一. 鎖骨中央部・外側骨折: 本当の手術適応とは? *Bone Joint Nerve* 2015 ; 5 (3) : 455-460.
 - 84) 梶川和徳, 永田義紀, 村瀬雅之 ほか. 鎖骨骨折に対する保存療法の成績. *骨折* 1993 ; 15 (1) : 27-30.
 - 85) 西村岳洋, 門脇 徹, 金 光成 ほか. 鎖骨骨折の保存治療. *MB Orthopaedics* 2008 ; 21 (10) : 25-30.
 - 86) Pilla AA, Mont MA, Nasser PR et al. Non-invasive low-intensity pulsed ultrasound accelerates bone healing in the rabbit. *Journal of Orthopaedic Trauma* 1990 ; 4 (3) : 246-253.
 - 87) 外林大輔, 伊黒浩二, 川畑浩久. ラット靭帯修復過程に低出力超音波パルス (Low Intensity Pulsed Ultrasound) が与える影響. *柔道整復・接骨医学* 2017 ; 25 (3) : 104-110.
 - 88) 上本宗唯. 別冊整形外科58; 肩関節・肩甲帯部疾患. 東京: 南江堂; 2010. p. 52-56. 82.
 - 89) 佐々木 大, 大石正信, 山本卓明 ほか. Propionibacterium acnesによる手術部位感染により遷延骨癒合となった2症例. *整形外科と災害外科* 2014 ; 63 (4) : 898-903.
 - 90) 畠山雄二. 鎖骨骨折における手術成績. *整形・災害外科* 2017 ; 60 (10) : 1325-1330.
 - 91) 前田和彦. 関係法規. 改訂第2版. 東京: 医歯薬出版; 2009. p. 92-107.
 - 92) 全国柔道整復学校協会. 柔道整復学・実技編. 改訂第2版. 東京: 南江堂; 2018. p. 62-74.
 - 93) 根本正光. 無血整復技法. 根本整骨研究会出版部; 1985. p. 65-80.
 - 94) 鳥居良夫. 現代整骨術全集. 東京: 梓川書房; 1987. p. 172-

- 251.
- 95) Iannolo M, Werner FW, Sutton LG et al. Forces across the middle of the intact clavicle during shoulder motion. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 2010 ; 19 (7) : 1013-1017.
- 96) 草野 磐. 骨折の徒手整復法. 東京：南江堂；1976. p. 79-87.
- 97) 中川竜一. 腋窩へかかる負荷軽減を目的とした鎖骨骨折固定法の考案. 平成26年度東京有明医療大学卒業論文集 2015 ; 82-83.