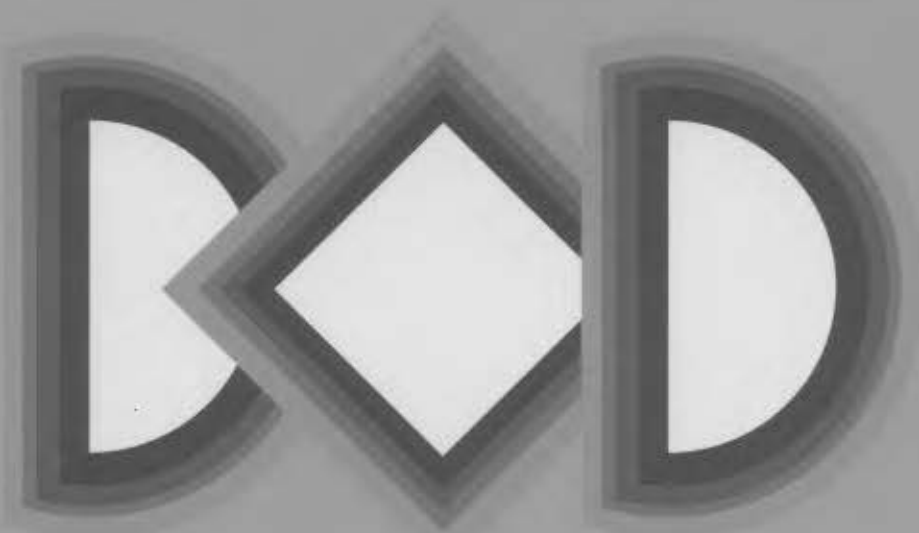


整形外科手術 後療法のコツ

—私はこうしている—

編集 青木 治人 聖マリアンナ医科大学教授
糸満 盛憲 北里大学教授

下 下肢・小児疾患



全日本病院出版会

距骨骨折の骨接合術

井口 傑

Abstract: 距骨骨折は稀なため、個人的経験だけで上達するのは困難である。そのため、局所の解剖と距骨脱臼骨折の分類を熟知し、骨折、脱臼の形態を理解する必要がある。また、距骨頸部脱臼骨折後には体部の無腐性壊死が生じやすく、不十分な整復と相まって変形性関節症の原因となり結果を悪くするので、分類と予後の関連についても知らねばならない。距骨骨折の手術のコツは、早期の愛護的な整復で新たな血行障害による無腐性壊死を防止し、解剖学的整復で変形性関節症を防ぐことにある。術後療法のコツは早期自動運動により距骨下関節の拘縮を防ぎ、無腐性壊死を的確に診断し、滑車部の陥没を非荷重で防ぎ、最終的に変形性関節症を防止することである。

Key words: 距骨(talus), 骨折(fracture), 脱臼(dislocation), 無腐性壊死(aseptic necrosis), 観血的整復内固定(open reduction and internal fixation)

はじめに

距骨骨折は稀な骨折であり、自己の経験だけでは手術に上達することは難しい。そのため、局所の解剖と骨折の分類に精通し、術前から骨折の状態を正確につかむことが肝要である。また、距骨頸部骨折は体部の無腐性壊死や距骨下関節の不適合をきたし、変形性関節症となる症例が少なくない。従って、良好な成績を得るためには後療法とその予後について正確な知識を必要とする。

局所解剖

距骨は頭部、頸部、体部からなる短骨で(図1)、その表面の約6割を関節面が占め、筋腱の付着はない。頭部は球形で前方は舟状骨に接し距舟関節を、下方は踵骨と前距骨下関節を形成する。体部は上部の滑車部と下面の距骨下関節面からなる。滑車上面は中央がやや窪んだ鞍馬関節で胫骨天蓋部と接し、外縁は内縁より長く、前方は後方より幅が広い。そのため、距腿関節は背屈位で骨性に固定され安定し、底屈位では緩く不安定となる。滑車の外果面は外側突起の後方で逆三角形に広がり、内果面はコンマ型で狭い。距腿関節の回転軸は外果先端を通り前額面で水平に走る。後距骨下

関節は外側突起から内側結節に至る広い鞍馬関節で最陥凹部は前後に走る。前、中距骨下関節が下方凸、後距骨下関節は上方凸と曲率が逆な上に距骨溝で明確に分離されているが、3者は1本の円錐の一部で共通の回転軸を持ち、機能上も単一の関節として機能している。距骨下関節の回転軸は矢状面に対し約20°前内側に、水平面に対し約40°前上方に振れ、距腿関節と共同して球関節に近い機能を発揮している。滑車部の長軸は足部の長軸と一致するが、距骨の長軸は約20°内側に振れ一致しない(図2)。骨頭と体部は頸部で連結し、その断面は内上縁に頂点がくる直角二等辺三角形である。頸部の底面は距骨溝で、踵骨溝と合わさり、外側突起の前方に開く円錐の形をした足根洞を形成する。

足根洞の中には距踵骨間靭帯があり、これに沿って数本の動脈が体部へ進入し体部を栄養している。従来、唯一の体部の栄養血管とされた頸部背側からの骨内血行路は、外側突起、後突起、三角靭帯付着部からの血行路と同様に副次的と考えられる。

距骨には前述した如く筋腱の付着はないが三角靭帯で胫骨と、前・後距腓靭帯で腓骨と、骨間距踵靭帯、外側距踵靭帯で踵骨と底側・背側距舟靭

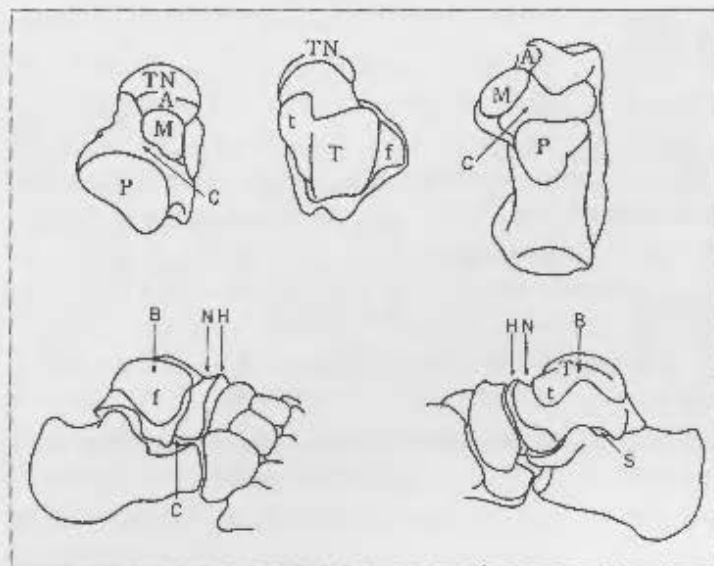


図 1.

距骨の形態

上左：距骨下面 上中：距骨上面 上右：距骨上面 下左：距骨外側 下右：距骨内側 H：距骨頭部 N：距骨頸部 B：距骨体部 TN：距舟関節面 A：前距骨下関節面 M：中距骨下関節面 P：後距骨下関節面 T：距骨滑車 C：足根管 N：足根洞 t：距骨滑車内果面 f：距骨滑車外果面

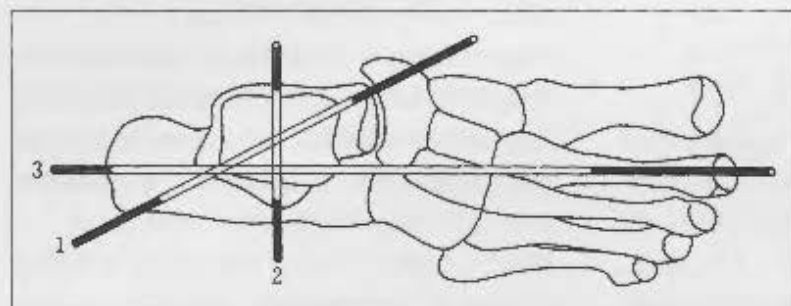


図 2.

距骨の運動軸

1：距骨下関節の運動軸
2：距腿関節の運動軸
3：足部の長軸

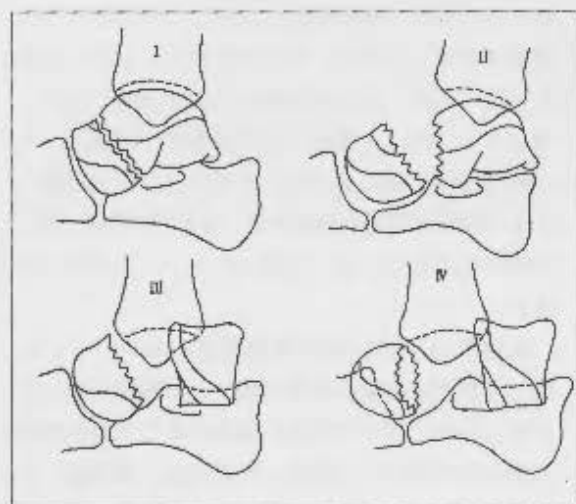


図 3. Hawkins の分類(距骨頸部骨折、脱臼骨折)

I型：転位のない骨折。
II型：距骨下関節の脱臼骨折。
III型：距骨下関節と距腿関節の脱臼骨折。
IV型：距骨下関節、距腿関節と距舟関節の脱臼骨折。

帯で舟状骨と連結し、周囲の骨と連動してボールベアリングの役を果たしている。

距骨骨折の分類

距骨骨折は骨折の部位とそれに伴う脱臼の程度により分類されている。Hawkins²⁾による距骨頸部脱臼骨折の分類では、脱臼のない1型、距骨下関節が脱臼した2型、距腿、距骨下関節が脱臼した3型、距腿、距骨下、距舟関節が脱臼した4型²⁾に分けられる(図3)。Sneppen¹⁰⁾は体部骨折を圧迫骨折、前額面での骨折、矢状面での骨折、後結節の骨折、外側結節の骨折、粉碎骨折に分けている。Martin-Weber¹⁵⁾は距骨骨折分類し、周辺部骨折である後結節、外側結節、頭部、頸部末梢端骨折を1型とし阻血性壊死は起こらないとした。中枢部の骨折を転位のない頸部骨折と体部骨折を

図 4.
Martin-Weber の分類(距骨骨折, 脱臼骨折)

距骨辺縁部の骨折

A: I型 左:後結節, 外側結節の骨折, 中:頭部骨折, 右:頸部末梢部骨折, 阻血性骨壊死はない。

距骨中核部の骨折

B: II型 左:転位のない頸部骨折, 右:転位のない体部骨折, めったに阻血性骨壊死は起こらない。

C: II型 左:距骨下関節の頸部脱臼骨折, 右:距骨下関節の体部脱臼骨折, 阻血性骨壊死が多い。

D: IV型 左:距骨下関節, 距腿関節の頸部脱臼骨折, 右:体部の粉碎骨折, ほとんどの場合, 阻血性骨壊死を起こす。

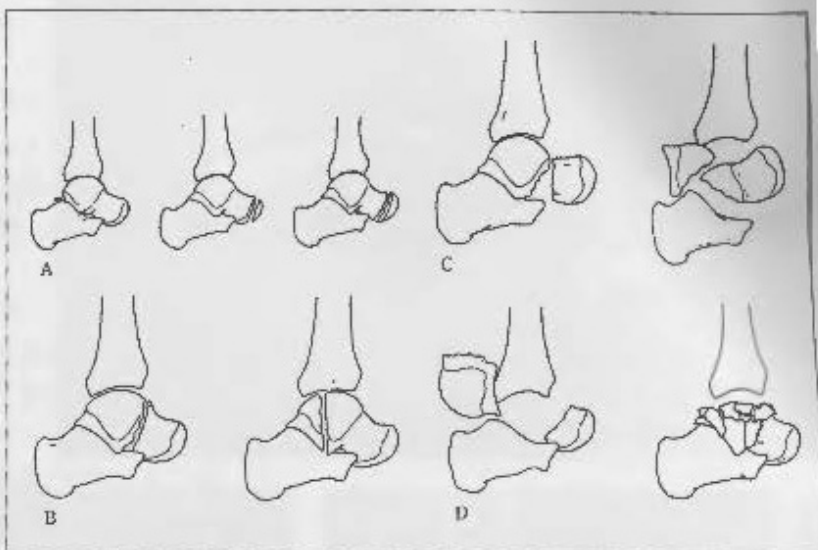


図 5.
左: 距骨骨折,
右: 体部骨折

めったに阻血性壊死が起こらない 2 型とし, 距骨下関節の脱臼した頸部骨折と体部骨折を阻血性壊死の多い 3 型, 距骨下, 距腿関節の脱臼した頸部骨折と体部の粉碎骨折を殆どの場合無腐性壊死を起こす 4 型と分類した(図 4)。我々³⁾⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾は骨折部を頸部, 体部, その他に分け, 脱臼の程度を Hawkins の分類に準じて 1 から 4 型とし, 両者を組み合わせて分類している。即ち, 骨折線が足根洞にある骨折を頸部骨折, 後距骨下関節にある骨折を体部骨折とし, それ以外をその他の骨折とする。頸部骨折と体部骨折¹⁴⁾は単に部位だけでなく骨折線の方角も違うので, 侵入路, 螺子の刺入方

向も異なり, 術前に両者を正確に診断しておく必要がある。これは簡単そうに思えるが, 距骨滑車前縁を通る骨折が多いので, 頸部骨折か体部骨折かの判断は意外と難しく, 単に骨折線が滑車前方部を通ると言うだけで体部骨折と誤って報告する事が教科書にも少なくない⁷⁾(図 5)。

無腐性壊死は距骨骨折の合併症としてよく知られているが, 脱臼のない 1 型ではめったにない。しかし, 頸部骨折で骨折の下部に粉碎した小骨片を認める例は, 2 型の距骨下関節の亜脱臼例が自然整復したとも考えられ, 無腐性壊死を発生することがある¹³⁾。

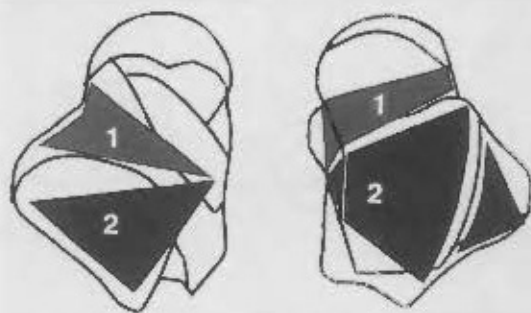


図 6. 左は距骨下面, 右は上面
1) は足根洞を通り頸部骨折
2) は後距骨下関節面を通り体部骨折

骨折と脱臼の形態

距骨頸部骨折の骨折線は足根洞, 内側結節の前方, 内果面の前方, 距骨滑車前内方, 頸部背側外縁を通る。これに対して体部骨折は後距骨下面, 内側結節前方, 内果面, 滑車, 外果面を通る。両者を区別する最も良い方法は, 距骨下面外側の骨折線が外側突起の前後いずれを通るかで, 前方なら頸部骨折, 後方なら体部骨折である(図6)。ちなみに, 足根洞の内側出口, 内側結節の直前部を通らなければ頸部, 体部のいずれの骨折でもない。これには, 頭部骨折, 矢状面骨折⁹⁾, 水平骨折, 外側突起骨折⁹⁾, 後突起骨折, 内側結節骨折などがある。

体部の脱臼の形態は2型から4型まで色々である。外側靱帯と骨間距踵靱帯は早期に断裂するが三角靱帯は血行路を伴って最後まで残ることが多く, これを回転の中心として後, 内, 下方に転位することが多い。観血的に体部を整復する時, 残存する三角靱帯を温存することは, 最後の血行路を確保するばかりでなく, 整復の道標にもなる。

手術法⁹⁾

侵入路としては内果後方から先端をかすめ距骨頸部内側を通り舟状骨に達する横切開を用いる。骨折部の確認や脱臼の整復が困難な場合には, 内果を基部で骨切りし骨片を反転する。この時, 骨

切りに先立って, 果部螺子で再固定するための骨孔を穿孔しておく。体部骨折では骨折面が外側に向くので, 頸部外側から螺子を刺入するために外側に小切開を加えることがある。また, 体部骨折で骨片が小さい場合にはアキレス腱外側切開で後結節に達する侵入路から螺子を頭部に向けて刺入する。

完全に脱出した体部骨片は三角靱帯を中心に回転しアキレス腱前方にもどした後, 踵骨を牽引しつつ足関節を背屈して距腿関節窩にはめ, 押し込みながら中間位にもどす。骨折の整復は滑車内側縁で角と滑車内果面と上面を指標とし両者が合うように整復する。この部分に第三骨片や粉碎骨折があると示標を失い解剖学的整復が困難となるので, 頸部外側を展開し頸部外縁の角を示標として合わせる。頸部が粉碎し示標が得られない場合には, 前, 中距骨下関節面と後距骨下関節面が機能的には一つの関節として働くことから, 踵骨の関節面と適合するように上下から軽く圧迫しつつ距骨下関節を左右に動かし, 可及的に整復する。距骨の骨折面が粉碎され, 踵骨にも脱臼骨折があると, 距骨骨折の解剖学的整復は絶望的である。体部骨折では内果の骨切りを行い広い視野を得れば, 整復の確認は容易である。

早期の自動運動が肝要なので, 2型以上の脱臼症例は観血的整復内固定が原則となる。頸部骨折は骨折面が距骨の長軸にほぼ垂直なので, 骨頭内縁から頸部内側付近より海綿骨螺子(図7), または小海綿骨螺子2本を刺入し圧迫固定し回旋も防止する。中空螺子は事前にキルシュナー鋼線で位置を確認できるので使いやすい。チタン製の螺子は術後のMRIを妨げない。体部骨折は距骨の長軸でなく距腿関節の長軸に垂直ないしは外側に向いているので, 内側頸部から骨折面に垂直に螺子を刺入するのは困難であり, 頸部内側と外側から1本ずつの螺子で固定する。体部骨片が小さい場合には頸部からでは螺子の刺入部位の長さが十分とれないので, 後結節の上部から骨頭に向けて後方から螺子で固定する。

図 7.
頸部内側より中空
螺子で固定



図 8. 左は軟骨下骨の萎縮を認めず、
Hawkins のサイン(-), 右は萎縮を認め(+)



図 9. 無腐性壊死による付硬化像

後療法

内固定例では圧迫包帯を施行し患肢を挙上する。外固定は行わないが、1週間程度のギプス副子固定に止める。固定性の良い症例では2、3日後からCPMを施行する。自動運動は疼痛に耐えられるようになれば直ちに開始するが、荷重は6週程度でX線写真上で癒合の兆候が見えてくるまで行わない。チタン製螺子で固定した症例は術後MRIができる。術後2から3週のMRIで距骨体部に無腐性壊死像がなければ無腐性壊死はないと言えるが、異常を認めても臨床症状を示さない事もあり、無腐性壊死とは言いきれない。また、受傷直後のMRIに無腐性壊死像がなく、2週後のMRIで無腐性壊死像を呈した症例があるので、受傷直

後のMRIの評価は定まっていない。4週から6週ではHawkinsサイン(関節軟骨下骨の骨萎縮像)の有無を確認する。外固定をしないかごく短期間で、早期に自動運動を始めた症例では、関節軟骨下骨の骨萎縮を起こさないか、起こしてもごく早期に改善するので、胫骨天蓋部に関節軟骨下骨の骨萎縮があり、かつ距骨滑車部に骨萎縮のない場合のみHawkinsサインが陰性とする(図8)。術後のMRIで無腐性壊死の像を呈してもHawkinsサインが陽性の症例は無腐性壊死を起こしていない症例として扱ってよい。Hawkinsサインが陰性の症例は12週のMRIで異常があれば無腐性壊死と判断し、骨萎縮像により血行回復が確認されるまでPTB装具で非荷重とする。Hawkinsサインが陰性でも12週のMRIで異常がな

ければ無腐性壊死でないと判断し荷重を開始する。一般には術後6週までは荷重させないので、この時期までHawkinsサインが陰性の症例のみMRIを施行し、異常がなければ無腐性壊死でないと診断する。異常がある症例はそのまま非荷重を継続して、12週のMRIでもう一度診断すればよい。この時期には、無腐性壊死の症例は単純X線写真でも硬化像を呈する事が多いので診断は容易となっている(図9)。

頸部骨折後の体部無腐性壊死の発生頻度は報告者により異なるが、Hawkinsの分類で、転位の無い1型では稀に、距骨下関節が脱臼する2型で1/4以上、距骨下、距腿関節が脱臼する3型で1/2以上、距骨下、距腿、距舟関節すべてが脱臼する4型でほとんどの症例が無腐性壊死を起こすと考えればよい。

従来、距骨下関節固定術など無腐性壊死を防止、改善を目指した手術に効果がなかったことから、無腐性壊死の発生は距骨体部への血行が外傷でどの程度障害されるかにより決定し、その後の治療によって悪くすることはあっても良くすることはできないと考えてきた。しかし、X線写真やMRIの子細や観察から無腐性壊死の発生はall or noneではなく、部分的に起こったり起こらなかったり、その程度もMRIだけで異状を呈するだけのものから血行が完全に停止し骨硬化像さえ生じないものまで種々あることが解ってきた。従って、治療により悪化させることは論外としても、脱臼を少しでも早く整復して血行の回復に務め、患肢挙上やクレーピングで腫脹を防ぎ血行の更なる途絶を防止し、CPMや早期自動運動で副血行路の増進を図れば、無腐性壊死発生の防止や早期の血行再開に役立つと考えている。

3週後から鍍の付いたPTB装具を装用し、最初は松葉杖を併用して非荷重歩行を開始する。幸いに無腐性壊死を生じなかった症例では、X線写真で骨折線の不鮮明化など骨癒合の徴候が認められれば、受傷後6週後位から徐々に部分荷重を開始し、3から4週で全荷重に移行する。この間、底背

屈、内外返し、自動運動を積極的に行うが、他動運動は行わない。下垂によって生じる腫脹は放置せず、仰臥患肢挙上を随時行わせて積極的に改善させる。受傷後3か月を経過し骨癒合が確認され無腐性壊死の心配もなくなれば、内外反の斜台での起立練習や他動運動も加えて、距骨下関節の拘縮除去に務める。

不幸にして、骨硬化像やMRIで距骨体部の無腐性壊死と診断されれば、骨萎縮像で血行が確認されるまでPTB装具による非荷重を継続する。全体が硬化像に覆われた様な症例では、距骨外側突起、後結節、内側結節から骨萎縮が開始されるので、その部分に注意しながら1から3か月毎に単純X線写真で経過を追跡する。骨萎縮の部分が徐々に拡がっていく症例と全体的に斑紋状となる症例があるが、何れにしても骨萎縮が進むにつれて血行は回復する。しかし、かえってこの時期は構造的に弱体化しているので荷重を急いではならない。骨萎縮が全体に広がってからなお3か月待期し、その後徐々に部分荷重から開始しているが、それでも滑車部の陥没の恐れがないとは言いきれない。骨萎縮が拡がり血行が回復してきたとして油断し、折角の非荷重期間を無駄にすることがあってはならない。将来はMRIにより何らかの示標が得られると期待しているが、骨萎縮から1年以上過ぎてもMRIは正常化せず、荷重の示標として使えない。勿論、MRIが正常化していれば安全だといえるが、1年以上の無駄な非荷重期間を強いることになる。4型の脱臼骨折では骨頭部も無腐性壊死に陥ることがあり、3年を経ても骨萎縮を全く見ない症例もある。多くの症例は6か月から2年の間に骨萎縮が開始するので、3年を経ても骨萎縮を見ずMRIも改善しない症例では血行改善をあきらめ荷重を開始している。この期間は患者が社会的、精神的に耐えうる最長の期間と考えた期間であり、3年を越えて骨萎縮が開始した症例も稀にはある。しかし、骨頭部を残したBlairの足関節固定術の結果が良いことから、3年をめぐりに荷重を開始し、陥没や変形性関節

り疼痛が生じた場合には固定術を勧めている。

Blair 関節固定術時の所見から血行のある骨との接触面から無腐性壊死部への血行は5mm程度に限られており、無腐性壊死の血行回復を目指した早期距骨下関節固定術や体部への血管柄付き骨移植の効果も限定的なものと思われる。

まとめ

距骨骨折の手術のコツは、早期の愛護的な整復で新たな血行障害による無腐性壊死を防止し、解剖学的整復で変形性関節症を防ぐことにある。

術後療法のこつは早期自動運動により距骨下関節の拘縮を防ぎ、無腐性壊死を的確に診断し、滑車部の陥没を非荷重で防ぎ、最終的に変形性関節症を防止することにある。

文 献

- 1) Canele, S., Kelly, F. B. : Fractures of the neck of the talus. *J. Bone Joint Surg.*, **60-A** : 143-156, 1978.
- 2) Hawkins, L. J. : Fractures of the neck of the talus. *J. Bone Joint Surg.*, **52-A** : 991-1002, 1970.
- 3) Inokuchi, S., Ogawa, K., Usami, N. : Fracture of talus in children under the age of ten. *Foot Diseases*, **1** : 29-35, 1994.
- 4) Inokuchi, S., Ogawa, K., Usami, N. : Fracture of the body of the talus in the sagittal plane. *The Foot*, **5** : 143-147, 1995.
- 5) Inokuchi, S., Ogawa, K., Usami, N., et al. : Long term follow up of talus fractures. *Orthopaedics*, **19** : 477-481, 1996.

- 6) Inokuchi, S., Usami, N. : Fractures of the lateral process of the talus. *The Foot*, **6** : 188-192, 1996.
- 7) Inokuchi, S., Ogawa, K., Usami, N. : Classification of fractures of the talus. Clear differentiation between neck and body fractures. *Foot & Ankle International*, **17** : 748-750, 1996.
- 8) Inokuchi, S. : Talus Fractures. Open reduction and internal fixation. An atlas of foot and ankle surgery. Edited by Wuelker, Stephens and Cracchiolo. Martin Dunitz, London : 251-259, 1997.
- 9) 井口 傑, 小川清久 : 距骨骨折 骨折・外傷シリーズ5 関節部骨折. 南江堂, 東京, 278-285, 1987.
- 10) 井口 傑, 小川清久, 松村崇史 : 距骨矢状面骨折と距骨骨折分類 別冊整形外科25 足の外科・最近の進歩. 南江堂, 東京 183-187, 1994.
- 11) 井口 傑, 小川清久 : 距骨骨折の臨床像. 整形外科, **26** : 227-235, 1983.
- 12) 井口 傑, 小川清久, 田辺秀樹 : 距骨の骨折と脱臼骨折. 関節外科, **5** : 449-461, 1986.
- 13) 井口 傑, 小川清久 : 治療に難渋した足関節周辺(脛, 腓, 距骨)骨折例の検討—距骨脱臼骨折と無腐性壊死. 日災医誌, **37** : 350-355, 1989.
- 14) 井口 傑, 小川清久, 宇佐見剛夫ほか : 距骨骨折の分類—頸部骨折と体部骨折の区別. 日本足の外科学会雑誌, **17** : 199-203, 1996.
- 15) Martin, R., Weber, B. G. : Die Frakturenbehandlung bei Kindern und Jugendlichen. Berlin, Springer-Verlag, 1978.
- 16) Sneppen, O., et al. : Fracture of the body of the talus. *Acta Orthop. Scand.*, **48** : 317-324, 1977.