

距骨の骨折と脱臼骨折*

井口 傑 小川 清久 田辺 秀樹**

はじめに

距骨骨折はまれな骨折で、経験の深い整形外科医といえども、この治療に習熟することは難しい。その上、距骨に特有な形態、機能、血行のために、二次的に阻血性壊死や変形性関節症を起こしやすいことが、ますます治療を複雑にし、予後の推測を困難にしている。

距骨骨折の歴史は比較的新しく、Mindell¹⁾(1963)によれば、1608年のFibricusによる報告が最初とされている。その後、本骨折は、飛行機の不事着時に多発することから、aviator's astragalus (飛行家の距骨)と呼ばれるようになった。ちなみに、症例数では、Coltart²⁾(1952)の報告した第二次大戦中の英国空軍における228例が最も多い。

著者ら³⁾は、1970年より慶応義塾大学病院と関連病院等における症例を集積し、分析した結果を数度にわたり報告してきた。今回は、osteochondral fracture, 後結節・外側結節の骨折や剥離骨折を除いた100余例の分析結果に基づき、距骨骨折の特徴と治療について述べる。

* Fracture and Fracture-dislocation of the Talus

** S. Inokuchi: 東京専売病院整形外科; K. Ogawa: 慶応義塾大学医学部整形外科; H. Tanabe: 埼玉医科大学整形外科.

Key words: talus, astragalus, ankle, fracture, dislocation

I. 距骨の解剖と機能

1. 距骨の形態

距骨は頭部・頸部・体部からなり、脛骨・腓骨・踵骨・舟状骨との間に距腿関節・距骨下関節・距舟関節をつくり、表面の約6割は、関節軟骨で覆われる。距骨下関節は距骨溝で前・中距骨下関節と後距骨下関節に分かれ、彎曲も逆であるが、同一の運動軸を持つ。内後方から外前方に走る距骨溝と踵骨溝は足根管を形成し、頸部下面の外側で足根洞に開く。距骨は、足根管内の強靱な骨間距踵靱帯で踵骨と強固に結合するほか、多くの靱帯によって周囲の骨と連結しているが、筋肉や腱の付着はない(図1)。

2. 距骨の機能

距骨は後足部の運動の中心であり、単位面積当たりでは人体中で最大の荷重を支えている。距骨下関節の運動軸は、踵骨隆起外側から内上方に向かい、距骨頸部内側にぬけ、水平面と40°、足部の長軸と30°の角度をなす。距腿関節の運動軸は、外果下端の高さでほぼ水平に前額面を通る(図2)。この2つの関節は一体となり、Coltartのいうユニバーサルジョイントとして、足底を地面に密着させる役割を果たす。特に、この働きは傾斜地や凸凹道を歩行する際に重要である。

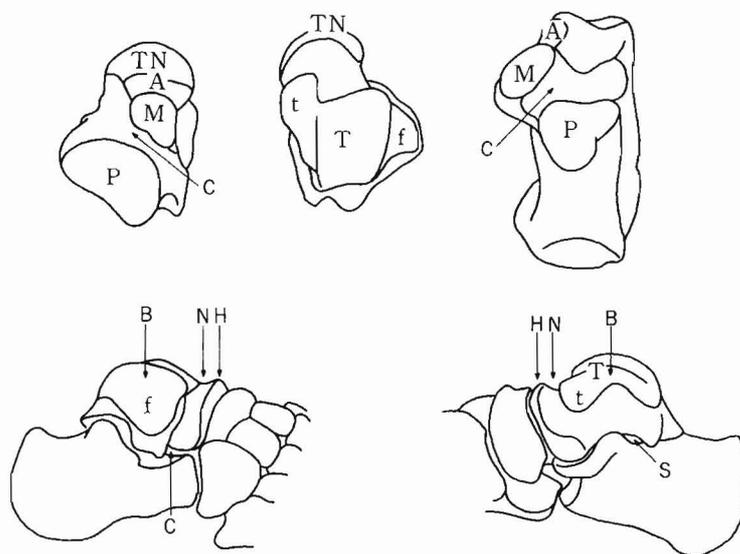


図1 距骨の形態

上左：距骨下面 上中：距骨上面 上右：踵骨上面 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 S：足根洞 t：
 距骨滑車内果面 f：距骨滑車外果面

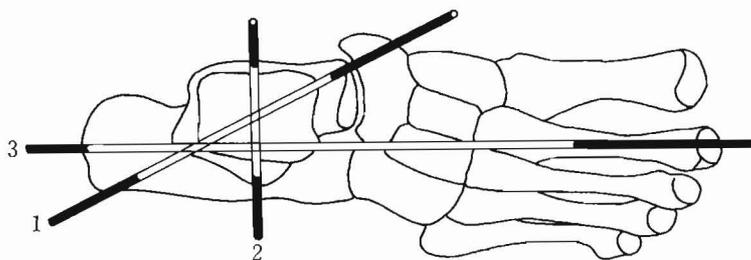


図2 距骨の運動軸

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

3. 距骨の血行

距骨は表面の多くが関節軟骨に覆われ、血管の侵入し得る部位は少ない。当初、距骨は周囲からの小血管だけで栄養され固有の主栄養血管を持たない。と考えられたり、体部の大部分は距舟靭帯に沿って頸部に侵入した前脛骨動脈の分枝からの骨内循環だけによって栄養される、と考えられていた。しかし、Wildenauer¹³⁾ (1950), Haliburton et al.⁴⁾ (1958), Mulfinger and Trueta⁹⁾ (1970) 等の研究により、距骨の血行は従来考えられていた以上に豊富であることが明らかとなった。

距骨体部の大部分は、後脛骨動脈から分岐した足根管動脈と、腓骨動脈貫通枝から分岐した足根洞動脈が、足根管内で吻合し、骨間靭帯に沿って出す数本の枝により栄養されている。足根洞動脈は、外側足根動脈の反回枝と吻合し、前脛骨動脈からも血行を得ている。体部内側は足根管動脈から分岐する三角靭帯動脈で、後結節は後脛骨動脈の枝の後結節動脈で、頭部の外下半分は距骨洞動脈で、頭部の内上方半分と体部の上部の一部は、前脛骨動脈から分岐する内側、外側足根動脈によって栄養されている (図3)。

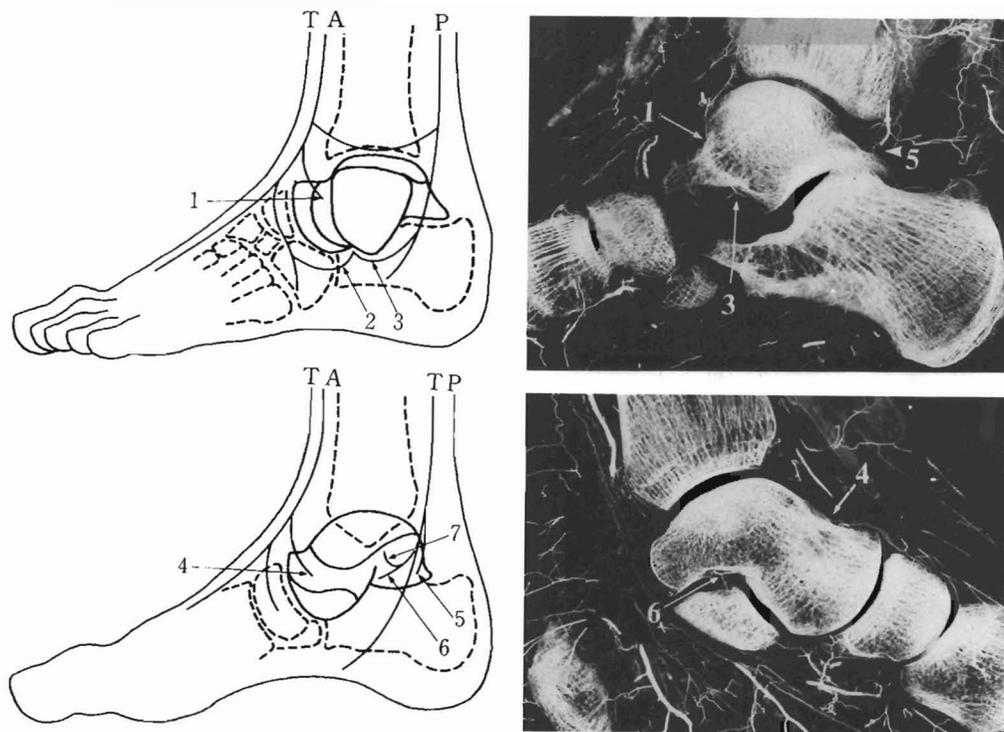


図3 距骨の血行

TA: 前脛骨動脈 TP: 後脛骨動脈 P: 腓骨動脈貫通枝 1: 外側足根動脈 2: 外側足根動脈後側反回枝 3: 足根動脈 4: 内側足根動脈 5: 後結節動脈 6: 足根管動脈 7: 三角靭帯枝

II. 距骨骨折の原因と発生機転

距骨は、周囲を他の骨で囲まれているので、直達外力を受けることは少ない。また、短骨で、運動の自由度が大きく、筋腱の付着もないので、介達外力の影響も少ない。したがって、距骨が骨折することはまれで、骨折が起こる場合には、高所からの転落や交通事故などの強大な外力を原因とすることが多い。

従来、典型的な頸部骨折の受傷機転は、強大な力で足関節の背屈または内反が強制され、頸部に衝突した脛骨前縁や内果前縁が楔となり、頸部に屈曲応力が生じて骨折し、ついで体部が後方に押し出されると考えられていた。しかし、著者らの経験では、典型的な頸部骨折において衝突による圧迫骨折等を見ることはなく、これらの所見は、頸部の粉碎骨折など非典型例に限られる。さらに、この受傷機転では、体部での前額面の骨折を一元的に説明できない。また、

脛骨前縁が距骨頸部に衝突するほどの足関節背屈位で、頸部に骨折を起こすほどの応力が加わる受傷機転は考えにくい。

一方、Peterson¹⁰⁾(1976)は、足関節中間位であらかじめ距骨を踵骨と脛骨で圧迫固定し、足底から脛骨前面に向け衝撃を加えて、始めて典型的な頸部骨折が起こることを実験的に証明した。したがって、頸部骨折は、足底に加わる力で距骨体部が固定され、距骨前方部に加わる力が頸部の剪断応力となり、起こる。この受傷機転は、体部前額面での骨折も一元的に説明できる。

III. 距骨骨折の分類

Coltart²⁾(1952)は、距骨の骨折と脱臼を解剖学的部位で分類した。この分類に基づき、Hawkins⁵⁾(1970)は、最も一般的な頸部骨折を3型に分類し、距骨体部の阻血性壊死と骨折型の関係を明らかにした。また、Canale¹⁾(1978)

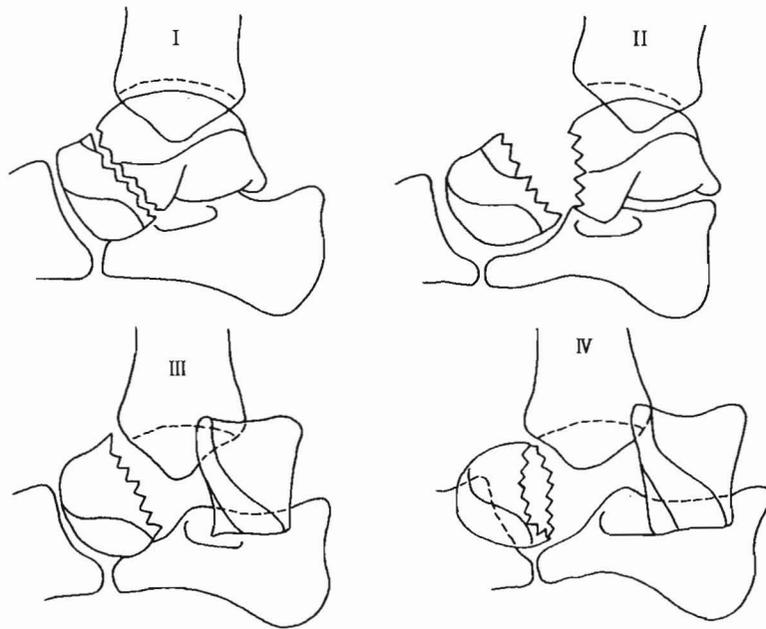


図4 Hawkinsの分類（距骨頸部骨折，脱臼骨折）

- 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。

は，これにIV型を加え，全部で4型とした（図4）。

一方，Sneppen¹¹⁾ (1977) は，62例の距骨体部骨折の経験に基づき，主に骨折の発生機序から，

体部骨折を6型に分類した（図5）。

Grob³⁾ (1985) は，Marti⁷⁾ (1978) とWeber¹²⁾ (1974) の分類法を改良し，距骨骨折を4型に分け，Marti-Weberの分類とし，骨折の機転，

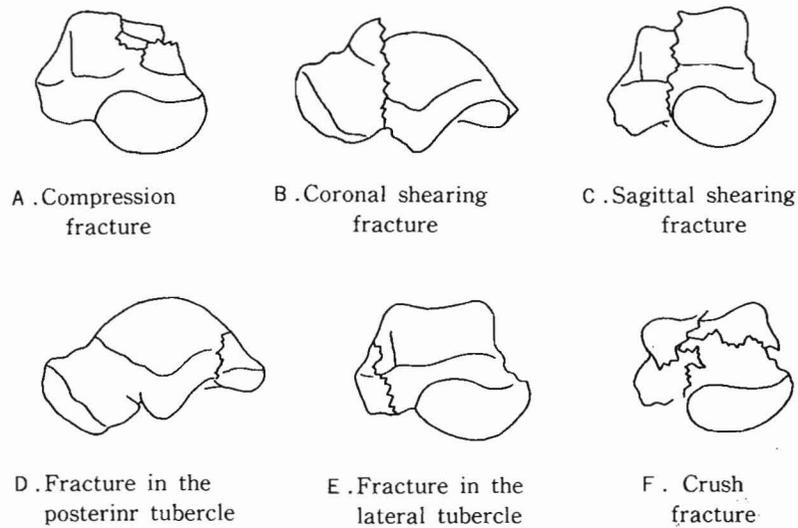


図5 Sneppenの分類（距骨体部の骨折）

阻血性壊死や変形性関節症の発生に良く関連すると提唱している(図6)。

IV. 距骨骨折の治療

ここでは、Marti-Weberの分類に準じて、各骨折型の治療原則を述べる。

1. 距骨辺縁部の距骨骨折

(1)“剝離骨折”は、距骨頸部の前外上面に多く、ほとんどの場合、吸収される。PTBギプスで3週間固定後、自動運動を中心とした後療法を行いながら、徐々に部分荷重を開始する。時に、背屈時の疼痛と軽度の背屈障害を残す。体部内側にみられる三角靭帯深層付着部の剝離骨折は、三角靭帯断裂に準じ、3週間PTB

ギプスで固定し、その後部分荷重を許可する。
 (2)“後突起骨折”は、Shephardの骨折とも呼ばれる。後結節の先天性癒合不全による三角骨(os trigonum)との鑑別は、体部側の辺縁が不整で、局所の圧痛のあることなどから容易である。3週間PTBギプスで固定後、部分荷重を除々に開始する。偽関節となり、疼痛が持続したり、長母趾屈筋腱の滑動が障害される場合には、骨片を摘出する。

(3)“外側突起骨折”は、関節面にかかる骨折なので、3週間PTBギプスで固定した後、自動運動を開始するが、さらに3週間は非荷重を続ける。骨片が大きく、転位している場合には観血的に整復固定し、1週間ギプス固定した後、自動運動を開始するが、非荷重は全体

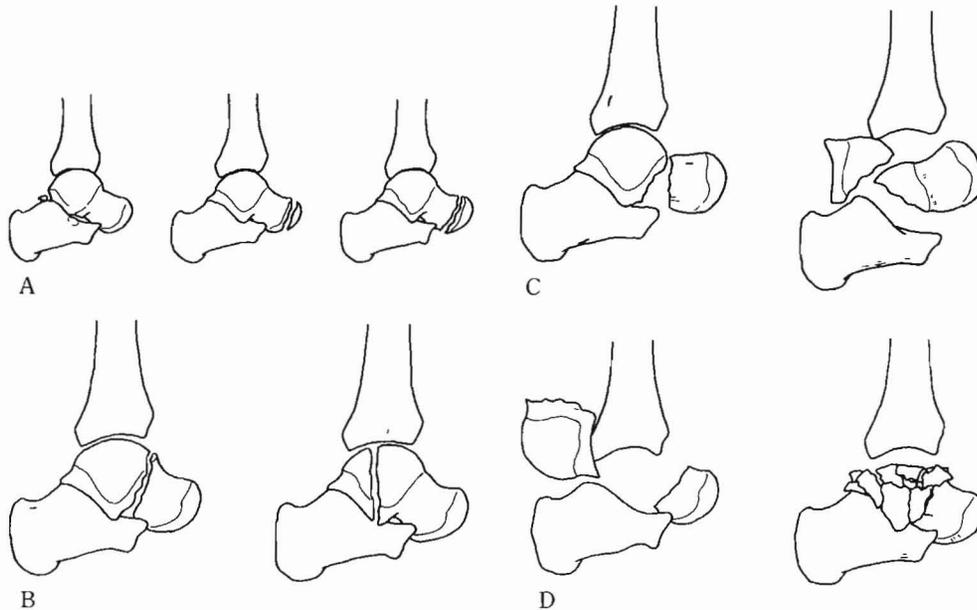


図6 Marti-Weberの分類(距骨骨折, 脱臼骨折)

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。

距骨中枢部の骨折

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: III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, 距脛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。

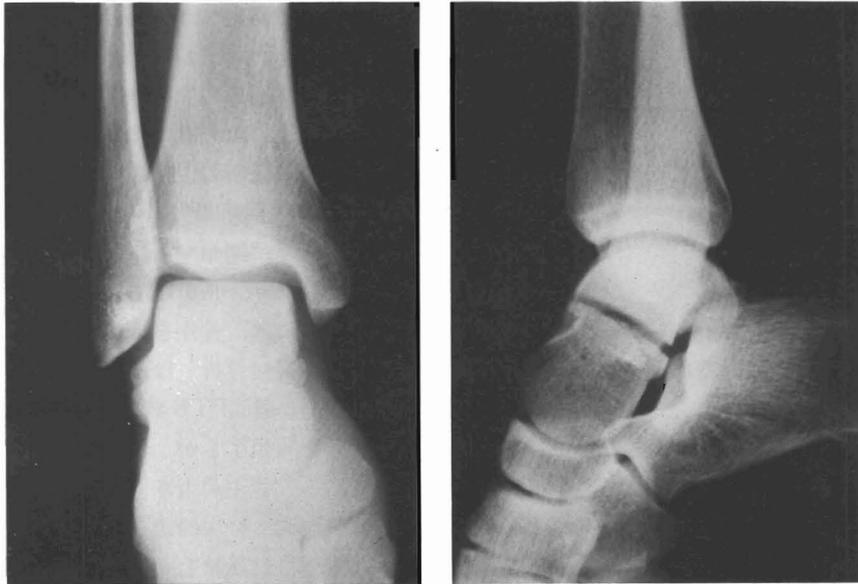


図7 転位のない距骨体部骨折 (Marti-Weber II型)

で6週間とする。

- (4) “圧迫骨折”は、骨頭部内側と体部ドームに多い。いずれの場合も、3週間のPTBギプス固定後、非荷重を3ないし6週間続けるが、関節の不適合は避けられず、疼痛が持続したり、変形性関節症を起こして関節固定術の対象になることもある。初期に見逃さないこと、早期の自動運動、長めの非荷重が治療上の要点である。

2. 転位のない距骨骨折

頸部骨折の典型例は、距骨溝から距骨頸部上面に達する距骨長軸に垂直な面で起こり、後距骨下関節面と内果関節面の前方部を含むことも少なくない(図7)。1週間はギプス副子固定とし、ブラウン架台に挙上する。その後、2週間PTBギプス固定を追加し、ギプス除去後は自動運動を開始するが、非荷重は継続する。受傷後6週間で、足関節のX線撮影を行い、前後像で距骨ドームの軟骨下骨萎縮像 (Hawkins sign) を確認してから、除々に荷重を開始する。全荷重は、骨癒合像を確認してから許可するが、約3カ月を要し、それ以上の症例も少なくない。わずかな転位でも距骨下関節の不適合を起こし、

変形性関節症の原因となりうるので、距舟関節の不適合、骨折部での陥入像、第三骨片などがある症例では、転位の有無の判定に細心の注意を要する。

体部骨折は、外側突起の前方ないし後方から、距骨滑車上面に達する前額面で起こり、滑車と後距骨下の関節面を含む関節内骨折である。治療は頸部骨折の場合と同様である。

3. 転位を伴う距骨骨折

a. 距骨下関節の脱臼骨折 (図8)

距骨下関節の頸部脱臼骨折では、非観血的に正確な整復が得られることがまれな上に、わずかな転位を残しても、距骨下関節の不適合を起こし全体の障害の原因となる。さらに、骨間距踵靭帯による靭帯性結合が破断しているため、ギプス内で再転位する危険性もある。また、早期に自動運動を開始するためにも強固な内固定を必要とする。これらの理由から、著者らは、観血的整復固定を治療の原則としている。しかし、観血的操作による血行障害との得失を十分に考慮し、特有な形態や血行などに精通した上でなければ、手術を行うべきではない。早期の手術が望ましいが、著しい腫脹や皮膚欠損など

の合併損傷で不可能な場合には、可及的に徒手整復し、手術が可能となった時点で、改めて観血的に整復固定する。術後はギプス固定を3週間行い、ギプス除去後は転位のない場合と同様に治療する。

体部骨折でも、頸部と原則的に差はないので、同様に治療している。

b. 距骨下関節，距腿関節の距骨脱臼骨折

(図9)

体部が両関節から脱臼した頸部骨折では、体部骨片の圧迫で皮膚が壊死に陥ったり、循環障害で足部が壊死を起こすこともあるので、できる限り早期に、腰椎麻酔か全身麻酔下で観血的整復固定を行う。全身状態や合併症のために長時間の手術が不可能な場合でも、骨片を距腿



図8 距骨下関節の脱臼骨折 (Marti-Weber III型, Hawkins II型)

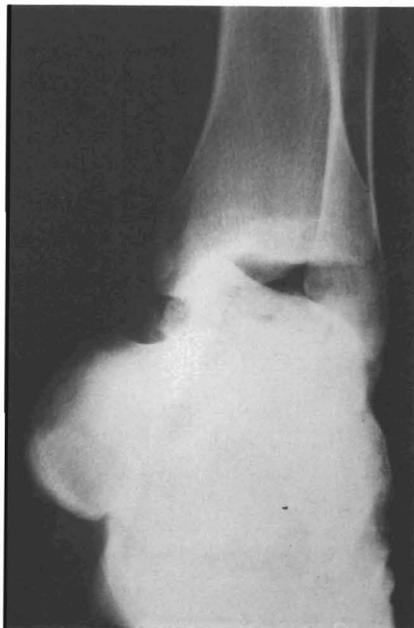


図9 距骨下関節と距腿関節の頸部脱臼骨折 (Marti-Weber IV型, Hawkins III型)

関節内に整復しておくことが必須である。阻血性壊死になり、治療に長期間を要する可能性が高いが、治療の初期段階は、原則的に距骨下関節脱臼骨折と同様の治療方針でのぞむ。

体部骨折は、頸部骨折に比べ骨片が小さく、整復は容易であるが、骨片が数個に割れている症例では固定が難しい。

c. 体部の粉碎骨折 (図10)

足底からの強烈な衝撃や直達外力で起こり、足関節と後距骨下関節の解剖学的整復は望み得ない。早晚、変形性関節症となることは明らかなので、一次的に体部を摘出し脛骨と残った頸部を固定する。

d. 距骨下関節、距腿関節、距舟関節の脱臼骨折 (図11)

頸部骨折の場合は、いわゆるHawkinsのIV型で、整復は難しい。治療方針はIII型とほぼ同様であるが、距舟関節をキルシュナー鋼線で一時的に固定する必要がある。体部後方、頭部、外側結節などの辺縁部の骨折に伴った距骨脱臼に近いものが多い。



図10 距骨体部の粉碎骨折 (Marti-Weber IV型)

V. 距骨の手術法

前内側侵入路：距骨頭部、頸部と体部前方内側への侵入には、内果下端より中軸約1横指から舟状骨内側に達する足底凸の弓状切開を用いる。頸部背側に向かう足背動脈の分岐を避けるため、可及的に軟部組織を温存し、頸部の剝離は最小限に止めて、内側から距骨頭部と頸部上

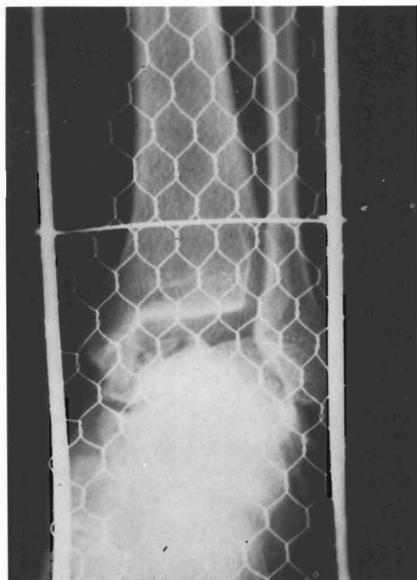


図11 距骨下関節、距腿関節、距舟関節の脱臼を伴う体部後方の辺縁部骨折

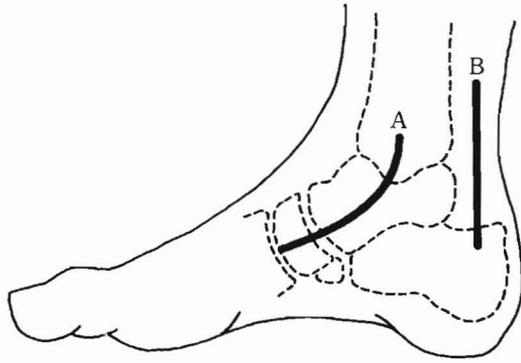


図 12 距骨の手術の切開

A: 前内側侵入路, B: 後内側侵入路.

内側を展開する。骨折部の展開が不十分ならば、脛骨内果の骨切り術を行い視野を広げる。この際、三角靭帯に沿って体部内側に向かう血管を損傷してはならない。骨切りに先立ち、内果下端から果部螺子のための穴をあらかじめ穿孔しておく。

後内側侵入路: 距骨体部後方への侵入には、踵骨のアキレス腱付着部内側から中枢へ約3横指の縦切開を用いる。脱臼骨折では、脱出した体部や頸骨後縁が神経血管束を皮膚直下に押し上げているので、切開に際し注意を要する(図12)。

頸部骨折では、頭部側が背側へ転位しているため、足関節を最大底屈し整復する。距骨下関



図 13

距骨下関節、距腿関節の頸部脱臼骨折で踵骨隆起の前内方へ脱出した体部骨片、神経、血管束を皮膚直下に認める。

節脱臼骨折では、踵骨部が前方へ転位するので、足関節最大屈位で足部を後方へ押し整復する。足関節・距骨下関節脱臼骨折では、体部が滑車部を内方に向けて、踵骨隆起の前内方に脱出していることが多い(図13)。足関節を最大背



図 14 AO 海綿骨螺子による圧迫固定



屈し、踵骨部を末梢に牽引しながら外反して、体部を整復する。牽引力が足りなければ、キルシュナー鋼線を踵骨に刺入して緊張弓で牽引する。後脛骨筋腱等が介在し、整復できなければ後方切開を追加して整復障害因子を取り除くが、内果との間の靭帯、関節包は温存する。

頸部と体部前方の骨折は、十分に洗浄して小骨片や挫滅組織を除去した後、頭部関節面の内後縁から2、3本のキルシュナー鋼線を刺入して、仮固定する。距腿関節と距骨下関節を動かして、関節面の適合性を確認した後、頸部内側の遠位から海綿骨螺子を30°外方、水平かやや背側に向け挿入し、圧迫固定する(図14)。骨折部に欠損があれば、海綿骨を移植し、海綿骨螺子とキルシュナー鋼線で固定する。骨折部が末梢過ぎたり、皮質が弱く螺子による圧迫固定が難しければ、2、3本の太いキルシュナー鋼線を舟状骨から距骨頭部を通して体部まで刺入し、固定する。

体部後方の骨折は、後結節から頸部に向けて小海綿骨螺子を挿入し圧迫固定する。

術後は、足関節中間位で膝下からギプス固定し、拳上位を保つ。

VI. 距骨骨折の合併症

1. 骨折：内果骨折を合併することが最も多く、外果骨折や脛骨下端骨折がそれに次ぐ。踵骨骨折を合併すると、指標がないので、距骨下関節の整復は難しい。

2. 神経、血管損傷：体部が後方に脱出した例では、内果後方で神経、血管束が損傷されやすい。後脛骨神経の枝である足底神経の一過性麻痺はしばしば経験する。脱出した体部を放置すれば、足部の壊死を起こす危険性があるが、自験例にはない。

3. 皮膚損傷：直達外力による皮膚損傷と、脱出した体部の圧迫による皮膚壊死とがある。足関節周囲には皮膚の余裕がなく、踵部の皮膚は指尖部と同様に移動性が少ないので、有茎皮膚弁や血管柄付遊離植皮を要することが多い。

4. 開放骨折と骨髓炎：直達外力による開放骨

折は、汚染と軟部組織の損傷がひどいので、粉砕骨折が多いので、一次的に体部の摘出と固定術が必要となることがある。脱出した骨片が皮膚を突き破った開放骨折は、一般の開放骨折に準じて治療するが、血行が悪く骨髓炎を起こしやすい。骨髓炎を併発すれば、病巣を搔爬し関節固定する以外手段はない。

5. 体部の阻血性壊死：体部の主血行路である足根管内の血管は、頸部骨折により損傷されやすい。特に、距骨下脱臼が起これると、骨間靭帯に沿った血管からの骨外、骨内の循環が断絶するので、体部への主血行路が途絶する。前述した他の副血行路により血行が維持されることもあるが、体部が阻血状態となり骨壊死となる確率が高い。距腿関節と距骨下関節が脱臼すれば、靭帯性の副血行路も途絶し、骨膜へ直接侵入している細かい血管も断裂するので、体部の阻血性壊死の確率はいよいよ高くなる。

Hawkinsによれば、体部の阻血性壊死の発生は、I型で0%、II型で42%、III型では91%に達している。著者らの症例では、頭部の骨折で0%、頸部骨折で15%、頸部脱臼骨折で47%、体部骨折で8%、体部脱臼骨折で50%である。頸部骨折に限ってみると、HawkinsのI型15%、II型50%、III型46%、IV型で2例中1例、50%であった。

12週に至るまでの足関節のX線写真前後像で、距骨滑車上面の軟骨下骨萎縮像が出現しなければ、阻血性壊死が起こったと診断する。側面像では外果や内果が重なって診断しにくい。一般に阻血性骨壊死の特徴と思われる骨硬化像の出現は、もっと後であり、この時期までのX線写真上の滑車部の濃度は、健側と同等かむしろ薄い(図15)。不幸にして、阻血性骨壊死が起これば、血行が再開し、骨稜が再構築されるまで、非荷重を続ける。これには、通常約8カ月、時には3年以上の長期間を要するので、PTB装具を使用し、関節拘縮予防のために積極的に自動運動を行わせる。

血行再開を示す骨萎縮像は、体部内側か後方から始まることが多い(図16)。骨硬化像と骨萎

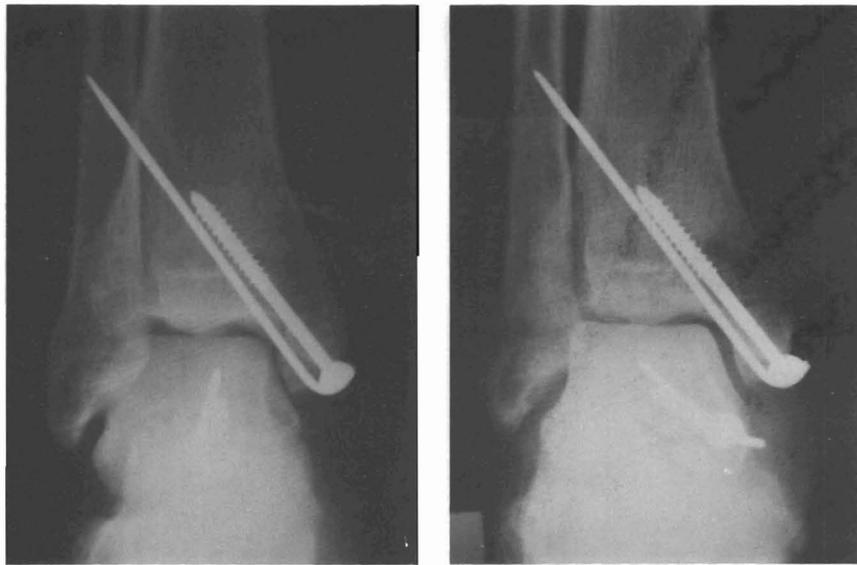


図15 30歳，男子，距骨下関節，距腿関節の頸部脱臼骨折

左：受傷後12週，距骨滑車上面に軟骨下骨萎縮像を認めない。

右：受傷後24週，距骨滑車部に骨硬化像を認める。

縮像が混在したり，部分的に硬化像が残存することもある。そのうえ，血行再開時には最も強度が弱くなるので，骨壊死後の荷重開始時期の決定は難しい。著者らは，骨萎縮を認

めてから6週後に部分荷重を始め，さらに6週してから全荷重を許可しているが，非荷重中にさえ陥没する症例があるので，荷重量の設定とその増量は慎重に行わなければならない。

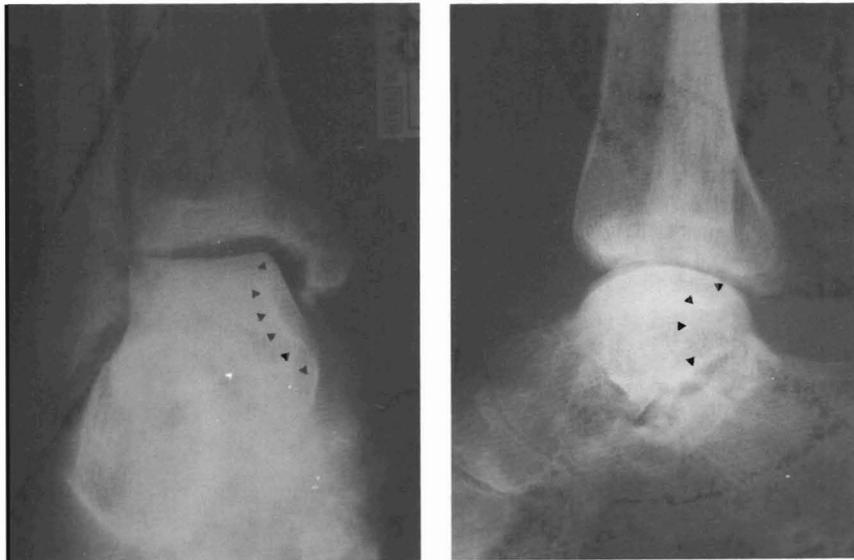


図16 30歳，男子，距骨下関節，距腿関節の頸部脱臼骨折（図13と同一症例）

受傷後1年，抜釘後。

左：体部内側に骨萎縮像を認める。右：体部後方に骨萎縮像を認める。



図 17

左：距骨下関節固定術。 右：距骨下関節、距腿関節固定術。

かつて、血行再開を促進するために、距骨下関節や足関節の関節固定術を試みたが、血行再開までの時間に有意の差はなく、現在では行わない。

滑車部の陥没により疼痛が持続して、日常生活に支障をきたせば、変形した距骨体部を摘出し、残った頸部と脛骨を固定するBlair法を行う。この方法は、距骨全摘出術や、全摘出後に脛骨と踵骨を固定する方法に比べ、下肢長が保たれ、支持性もあり、距骨下関節前方部での関節機能も期待できる点で優れている。

6. 変形治癒骨折と偽関節：一般に骨癒合は良好で、Hawkinsの報告ではI型とII型で全例に、III型でも89%に骨癒合を得ている。著者らの症例では、距骨の全摘出術や体部摘出術を受けた症例以外、III型も含めて全例に骨癒合を得ている。しかし、変形治癒骨折の頻度は高く、Canaleによれば約50%にも達し、著者らの症例でも約2/3に認める。頸部に変形を残せば、距骨下関節の不適合から変形性関節症を起こし、疼痛の原因となる。早期に頸部の骨切術を行い、距骨下関節の不適合を改善するという報告もあるが、著者らには経験がない。

7. 外傷性関節炎：軟部支持組織と関節軟骨の

損傷、外固定後の関節拘縮による関節炎がしばしば腫脹や疼痛の原因となる。長期間の固定による距骨下関節の拘縮が疼痛の原因となることも多い。従来、距骨骨折、脱臼骨折のギプス固定の期間は6～8週が一般的とされており、著者らも同様の期間固定を行ってきた。しかし、追跡調査の結果、偽関節の発生が意外と少ないことが判明してから、固定期間を3週に短縮している。その後、早期に自動運動を開始するが、これは関節拘縮を防止するだけでなく、関節面の適合性を高めるのに役立つ。

8. 変形性関節症：変形性関節症は解剖学的整復の失敗、阻血性壊死による関節面の陥没と、osteochondral fractureなどの関節軟骨の障害を主因にして起こる。関節拘縮は関節面に無理なストレスを加え、変形性関節症を助長する。変形性関節症を起こせば、保存的治療の効果は一時的で、荷重歩行を続ける限り疼痛が持続する。

距骨下関節の変形性関節症は、不整地歩行時の疼痛が特徴的で、疼痛が著しく日常生活に支障をきたせば、関節固定術が適応となる。足関節と距骨下関節の変形性関節症では両関節の固定を、前中距骨下関節が正常ならばBlair法を行

う (図 17).

ま と め

距骨骨折はまれではあるが、その治療は、距骨に特有な血行と形態が阻血性骨壊死や変形性関節症を起こすので、複雑で難しい。しかも、距骨は足のキーストーンとして重要なので、機能障害や疼痛は日常生活に重大な支障をきたす。これに対して、著者らは100余例の距骨骨折症例を追跡調査した結果から、正確な観血的整復と強固な内固定、外固定期間の短縮と早期の自動運動に加え、適正な非荷重期間の設定を治療の基本としている。

(最後に、貴重な症例を御教示下さった諸先生方に、心から感謝致します。なお、論文の一部は1984年のSICOTにおいて発表した。)

文 献

- 1) Canale, S. T., Kelly, F. B.: Fractures of the Neck of the Talus. *J. Bone Joint Surg.*, 60-A: 143-156, 1978.
- 2) Coltart, W. D.: Aviator's astragalus. *J. Bone Joint Surg.*, 34-B: 545-566, 1952.
- 3) Grob, D. et al.: Operative Treatment of Displaced Talus Fractures. *Clin. Orthop.*, 199: 88-96., 1985.
- 4) Haliburton, R. A. et al.: the Extra-osseous and Intra-osseous Blood Supply of the Talus. *J. Bone Joint Surg.*, 40-A: 1115-1120, 1958.
- 5) Hawkins, L. G.: Fractures of the Neck of the Talus. *J. Bone Joint Surg.*, 52-A: 991-1002, 1970.
- 6) 井口傑, 小川清久: 距骨骨折の臨床像, 整形・災害外科, Vol. 26, No. 2: 227-235, 1983.
- 7) Marti, R., Weber, B. G.: Die Frakturenbehandlung bei Kindern und Jugendlichen. Berlin, Springer-Verlag, 1978.
- 8) Mindell, R. E.: Late results of the injuries of the talus. *J. Bone Joint Surg.*, 45-A: 221-245, 1963.
- 9) Mulfinger, G. L., Trueta, J.: The blood supply of the talus, *J. bone Joint Surg.*, 52-B: 160-167, 1970.
- 10) Peterson, L. et al.: Fracture of the collum tali. An experimental study. *J. Biomechanics*, 9: 277-279, 1976.
- 11) Sneppen, O. et al.: Fracture of the body of the talus. *Acta Orthop. Scand.*, 48: 317-324, 1977.
- 12) Weber, B. G.: Chirurgie der Gegenwart, Bd. 4a, Unfallchirurgie. Munchen, Urban & Schwarzenberg, 1974.
- 13) Wildenauer, E.: Die Blutversorgung des Talus. *Zeitschr. Anat.*, 115: 32-36, 1950.