

## 骨盤輪損傷の診断と治療

日本赤十字社 医療センター救急部 新 藤 正 輝

Key words : Pelvic ring injury（骨盤輪損傷）

Diagnosis（診断）

Treatment（治療）

### はじめに

骨盤輪損傷とは寛骨臼骨折を除いた、骨盤部損傷の総称である。ここで敢えて骨盤骨折と云わないのは、骨盤輪損傷が恥骨結合の離開や仙腸関節脱臼、そして骨盤周囲の血管などの軟部組織損傷も含んだ包括的な損傷を意味するからである。本損傷は10～42%の高い死亡率が報告されている致死的外傷の1つであり<sup>1)</sup>、四肢損傷とは異なり、初期治療では救命のための迅速なアプローチが必要となる。

本稿では骨盤輪損傷の診断・治療に関する、基本的な考え方について述べる。

### 骨盤の機能解剖

骨盤輪損傷を理解するためには、バイオメカニクスも含め、その基本的な機能解剖について知る必要がある。

骨盤輪損傷が致死性損傷であることはよく知られているが、その原因の一つは、体幹を構成する骨盤輪の破綻を来すような強大な外力による損傷は、複数臓器の損傷を伴う多発外傷となることが多いからである。われわれが経験した骨盤輪損傷も、多くは多発外傷であった（表

表1 不安定型骨盤輪損傷（140例）の合併損傷

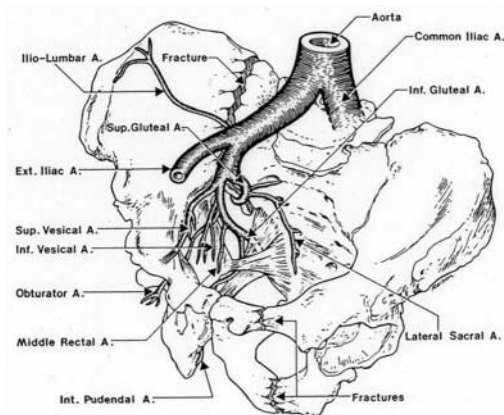
| *AIS ≥ 3の合併損傷（86%） |       |
|--------------------|-------|
| ・四肢                | : 42% |
| ・胸部                | : 40% |
| ・腹部                | : 40% |
| ・頭頸部               | : 21% |

※AIS : Abbreviated Injury Severity Scale

1)。また、骨盤輪の近傍には多くの血管が存在するため、骨折・脱臼時にこれらの血管を損傷し、後腹膜腔に大量の出血をもたらすことも、もう一つの原因として挙げられる（図-1）。

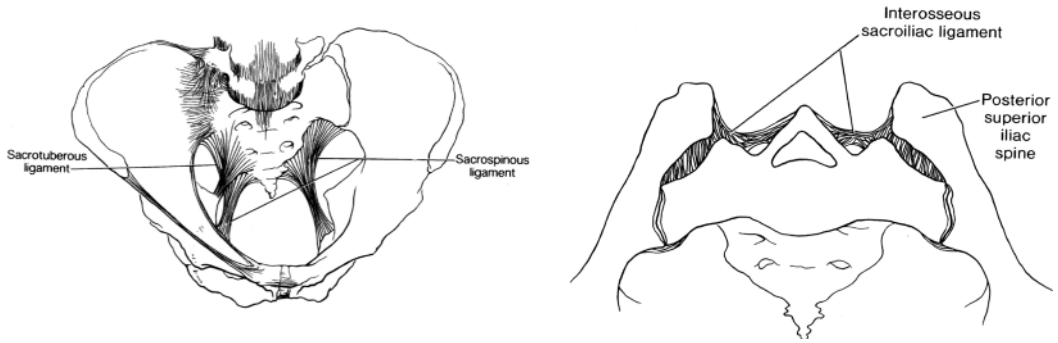
骨盤は前方は恥骨結合、後方は仙腸関節で結合し、周囲を強力な靭帯で支持・補強され輪状構造が維持されており、骨盤輪の安定性は、これらの靭帯なくして得られない（図-2）。

靭帯損傷と骨盤輪の不安定性の程度を示すPennalらの有名な実験がある。遺体骨盤の恥骨結合部を切離した後、腸骨を外旋させても恥骨結合は2.5cm以上離開することはなく安定性は比較的維持されている。しかし、仙棘靭帯、前仙腸靭帯を切離すると明らかな回旋方向の不安定性が生じる。さらに、残存する骨間仙腸靭帯、後仙腸靭帯、腸腰靭帯などの後方の靭帯を



多くの血管が骨盤に近接して存在しているため、骨盤骨折時に損傷されやすい

図-1 骨盤周囲の血管



骨盤輪は周囲の強力な靭帯で補強され、輪状構造が維持されている

図一 2 骨盤周囲の靭帯

切離することにより、垂直方向にも不安定性が生じ、骨盤の輪状構造は完全に破綻する<sup>2)</sup>。この実験結果は、周囲の靭帯損傷の程度と骨盤輪の不安定性との関係をよく現している。

その後の Tile らの追加実験により、骨盤周囲の靭帯と不安定性の関係は、これほど単純ではなく、様々な因子により変化することが報告されている<sup>2)</sup>。しかし、骨盤輪の安定性には周囲の靭帯が大きく関与していることは間違いない。

バイオメカニクスの観点からみると、立位歩行時に骨盤輪に加えられた荷重は、主として骨盤輪後方部を通り、恥骨や恥骨結合などの前方構築は単に支柱の役割を担う程度である(図一 3)。したがって、骨盤輪損傷の固定に際しては、荷重線の通る部位の損傷、すなわち後方部

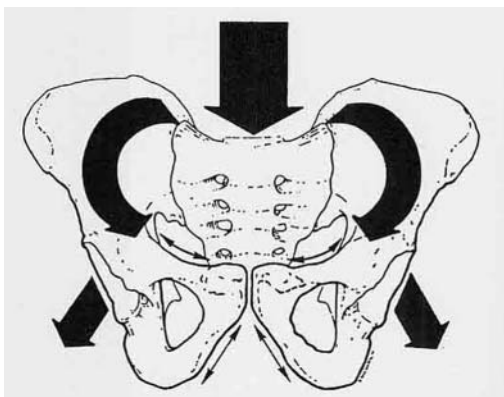
の骨折や脱臼に対して強固な固定を行う必要がある。

仙腸関節面は小さく平坦で、立位荷重面に対して縦方向に近く、人間が歩行時にかかる力を受ける関節としては非常に不合理な形態となっている。このため仙腸関節周囲は、人体でもっとも強靭な靭帯といわれる骨間仙腸靭帯を含む種々の靭帯で補強されている。このため、仙腸関節脱臼が放置されると、腰痛など骨盤輪後方部の疼痛が残存する可能性が高く、観血的整復固定術の絶対適応となる。

骨盤輪損傷の治療は、これらの機能解剖やバイオメカニクスを考慮して決定する必要がある。

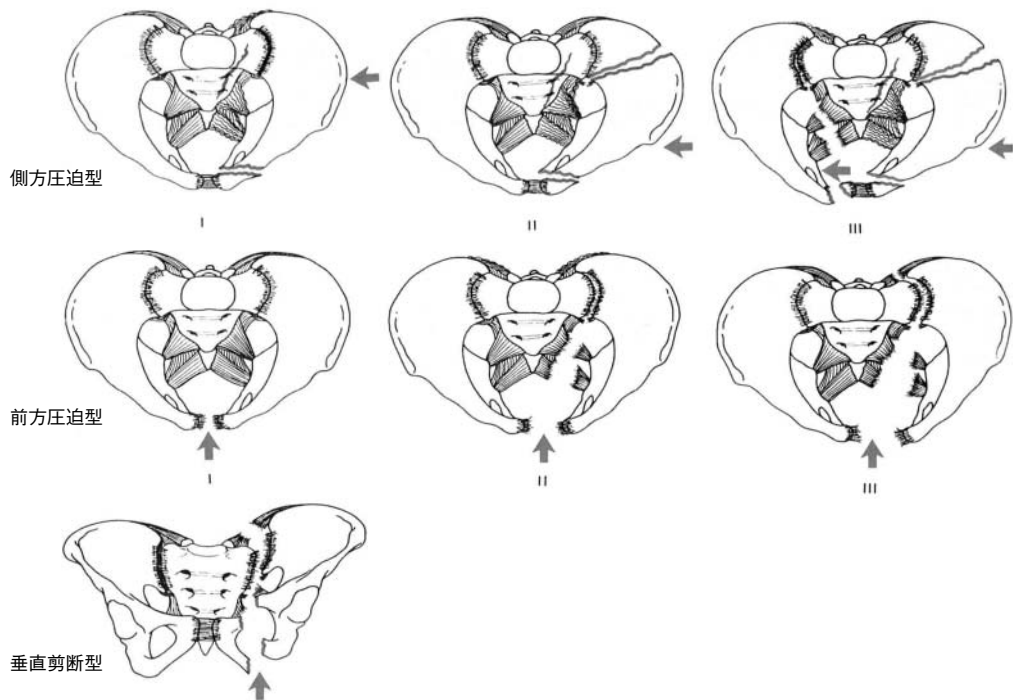
## 分 類

過去に多くの骨盤輪損傷の分類法が提唱されてきたが、現在用いられている分類の基本型は1950年代後半に Pennal が確立したものである。その考え方の基本は、骨盤輪に及んだ外力の方向を大きく3つに分け分類したものである。その後、発表された Tile 分類、Young-Burgess 分類(図一 4)、AO 分類は基本的には Pennal 分類に修正を加えたものである。その後、米国の Orthopaedic Trauma Association (OTA) と欧州の AO グループとの間で協議された包括的分類(図一 5)が世界的に使用される傾向にある。



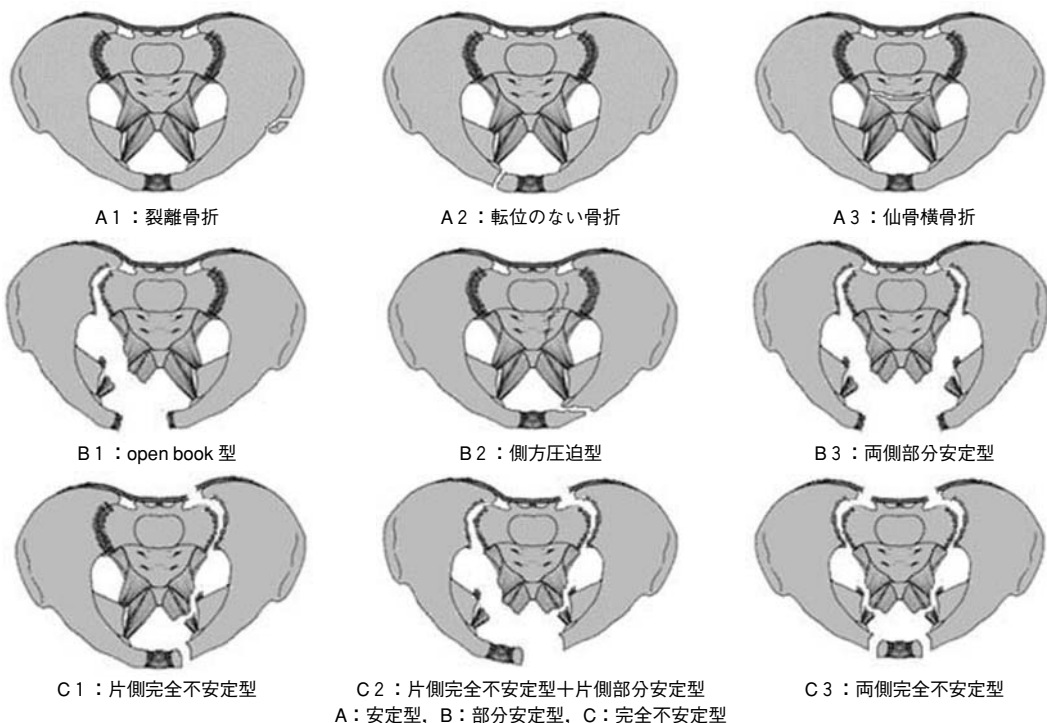
骨盤輪に加えられた荷重は主として後方部に伝えられる

図一 3 骨盤輪の荷重伝導路



外力が増すにしたがってI, II, III と損傷程度がつよくなる

図一 4 Young-Burgess 分類



A : 安定型, B : 部分安定型, C : 完全不安定型

図一 5 包括的骨盤骨折分類

これらの分類の基本的な考えは以下のとおりである。

### 1. 外力の方向

骨盤輪に及んだ外力の方向は、前後圧迫外力 (AP compression force)、側方圧迫外力 (lateral compression force)、垂直剪断外力 (vertical shear force) の大きく3つに分けられている。しかし、実際の臨床現場で骨盤輪損傷のX線写真を見ると、どの外力方向によるものか判定できないものも決して少なくない。この点を考慮し、Young-Burgess 分類では新たに複合外力 (complex force) を追加したのほうなずけるものである。

### 2. 不安定性の程度

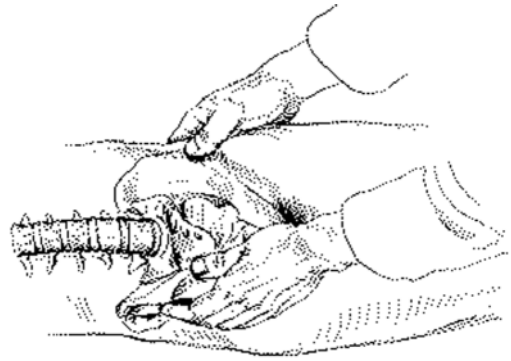
骨盤輪損傷は、安定型と不安定型に大別され、不安定型はさらに骨盤の輪状構造が完全に破綻した完全不安定型と、部分的にとどまる部分 (不) 安定型に分けられる。

安定型とは基本的には骨盤輪に破綻のみられない損傷である。若年者に見られる骨盤部の裂離骨折、腸骨翼の骨折や仙骨、尾骨の横骨折がこれに相当する。straddle fracture, butterfly fracture と呼ばれる、前後圧迫外力による両側恥骨上下枝の骨折も安定型骨折に分類される。その理由は、機能解剖の項で述べたように、骨盤輪の前方構築は単に支柱の役割を担う程度であり、荷重にあまり関与しないためである。

また高齢者に多く見られる、側方圧迫外力により生じた、ほとんど転位のない骨折も靭帯損傷のないことから安定型に分類されている。

骨盤の機能解剖の項で述べた Pennal の実験結果からわかるように、部分 (不) 安定型とは回旋方向のみの不安定性であるため回旋不安定型とも呼ばれる。そして、骨盤輪が受けた外力の方向により、前後圧迫外力による損傷と、側方圧迫外力による損傷に分けられる。

一方、完全不安定型は垂直方向にも不安定性を有するため、回旋-垂直不安定型とも呼ばれる。骨盤輪損傷の不安定の程度は移行型が存在するため、部分 (不) 安定型と完全不安定型を明確に区別することは困難なことがある。



両側腸骨翼に手を当て、ゆっくりと腸骨を内旋する

図-6 用手的な不安定評価法

## 診 断

### 1) 身体所見

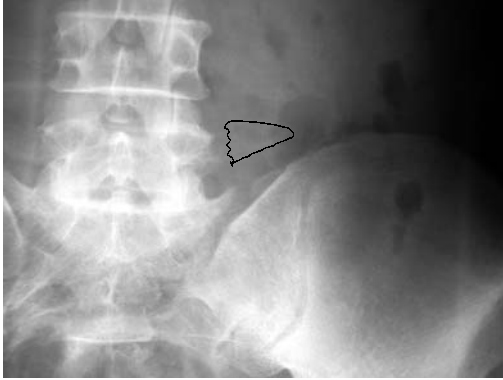
受傷機転を聴取し高エネルギー外傷と判断した場合、全ての患者は骨盤輪損傷の存在を疑わなければならない。

局所の身体所見としては、下肢長幹骨骨折がないにもかかわらず、下肢の外旋位変形や下肢長差がみられたならば、骨盤輪損傷をつよく疑う。骨盤輪の不安定性を検査する方法として用手的な不安定評価法 (図-7) があるが、骨折部を動揺させることにより出血を増加させる危険性があるため推奨できない<sup>3)</sup>。

### 2) 画像診断

骨盤輪損傷の初期診断は、1枚の骨盤単純X線写真前後像で行うのが原則である。そして、輪状構造物の1ヵ所に損傷が生じたならば、他の部位にも損傷が生じ易いということを念頭におき、骨盤輪の前方から後方へ順に恥骨結合部、恥骨・坐骨部、股関節部、腸骨部、仙腸関節部、仙骨部へと系統的に読影を進める。

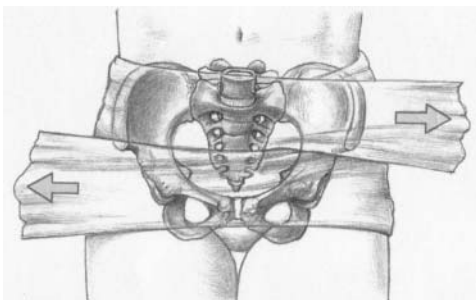
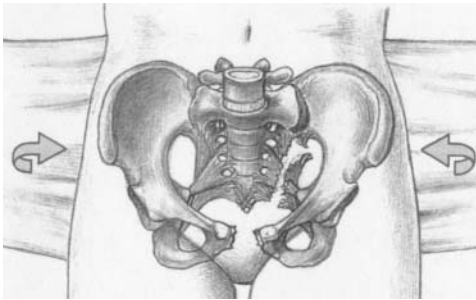
不安定型損傷を示唆する所見として、2.5cm以上の恥骨結合の離開、骨盤輪後方部の骨折・脱臼による転位が1cm以上などがある。また、第5腰椎横突起骨折 (図-7) や仙骨辺縁部骨折、坐骨棘骨折の存在などは、骨盤輪周囲の靭帯損傷を示す不安定型損傷の所見であるため見逃さないように注意する。



骨盤輪の不安定性を表す骨折であり見逃さないように注意する

図-7 第5腰椎横突起の裂離骨折

原則として、バイタルサインが安定していることを確認後、inlet view (管球を頭側へ60°傾斜)、outlet view (管球を尾側へ45°傾斜)、またはCT検査を追加する。しかし、読影に慣れれば単純X線写真前後像のみで約90%は診断可能であると言われており、安易にCT検査のために移動して患者の状態を悪化させないように注意しなければならない。



シーツを用いた簡易的固定法

図-8 シーツラッピング法

## 治 療

### 1) 急性期

骨盤輪損傷に対する急性期の治療目的は後腹膜出血に対する止血である。出血源は骨折部からの出血、そして静脈性、動脈性出血に分けられる。このうち頻度の高い出血部位は骨折部および静脈性出血であるため、止血法の原則は骨折部の速やかな固定である。固定方法としては、シーツ等を用いた緊縛法(図-8)や骨盤固定用バインダー(図-9)などの使用が、特別な技術を必要とせず1~2分で装着可能であり極めて有用である<sup>4)</sup>。

創外固定や pelvic C-clamp などにも有用ではあるが、技術的に修練が必要であり装着時間も15分以上を要するため、超急性期の固定手段としては限られた施設でしか使用できないのが現状である(図-10)。

動脈性出血に対する動脈塞栓術(TAE)の有用性については既にコンセンサスが得られている<sup>5)</sup>。しかし、その優先順位に関しては議論がある。特に、AOグループは腹膜外アプローチによる後腹膜腔パッキングの有用性を報告し、TAEはパッキングの無効例に対してのみ適応があると主張している<sup>6)</sup>。

一方、動脈性出血の頻度は10~20%程度と云

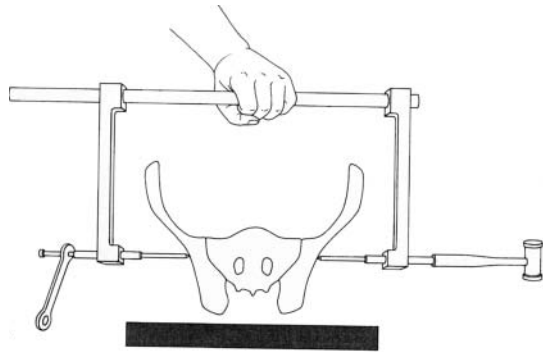


種々の骨盤バインダーがある。写真は Sam-sling.

図-9 骨盤バインダー固定法



a



b

一般的な創外固定 (a) と、骨盤後方部にピンを刺入して固定する C-clamp (b)

図-10 創外固定法

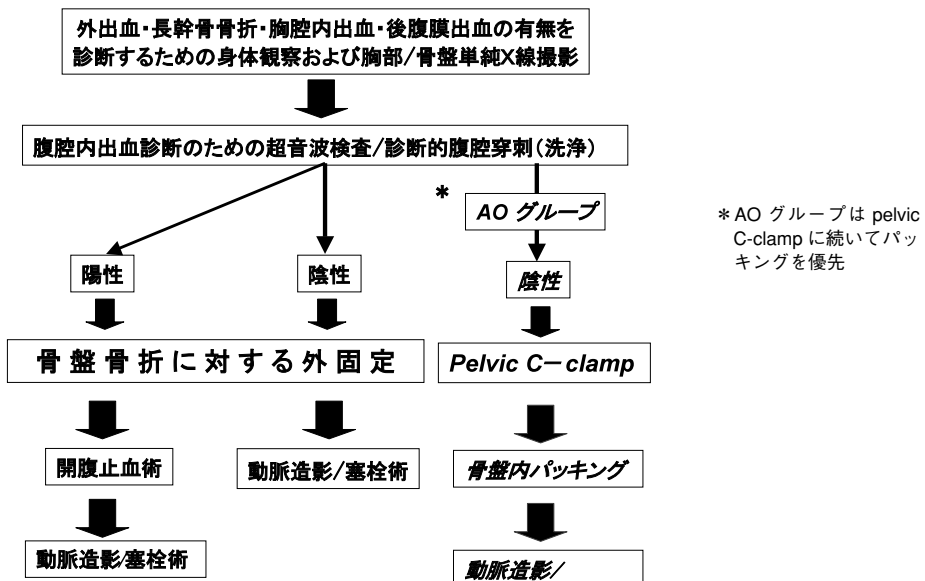
われていたが、近年、出血性ショックを伴う骨盤輪損傷では、その頻度はもっと高いことも報告されている<sup>7)</sup>。

骨盤輪損傷に対する急性期の止血法の標準的なアプローチを表2に示す。

## 2) 骨折・脱臼に対する治療

機能解剖の項で述べたように、歩行時の荷重は骨盤輪後方部を通るため、この部分の骨折・脱臼に対する強固な固定が必要である。骨盤輪損傷に対する治療方針は、安定型損傷の多くは保存的治療、部分（不）安定型損傷の多くは創

表2 骨盤輪損傷の初期止血アルゴリズム



外固定による治療，完全不安定型損傷は内固定を選択するのが一般的である。

手術時期は出血性ショックを乗り越えた，受傷後3日以降から2週間までが適当である。

骨盤輪の各部位の損傷に対する内固定法について以下に述べる。

### (1) 仙骨骨折

固定法の選択に最も議論のある骨盤骨折である。神経症状を伴う仙骨孔にかかる骨折に対して，除圧を行うべきか否か？ プレート固定とスクリュー固定のいずれを用いるべきか？ など，未だコンセンサスが得られていない部分も多い。

近年，仰臥位での経皮的スクリュー固定（図-11）が紹介され，我が国でも行われるようになった。しかし，合併症としてL5神経損傷，上臀神経，上臀動脈の損傷，脊柱管内や仙骨孔へのスクリューの誤刺入などが報告されており，決して安全な手術ではない<sup>8)</sup>。また，高齢者では骨密度の低下のためスクリューが効かず，必ずしも強固な固定力が得られるわけではなく<sup>9)</sup>，十分に適応を考慮して使用すべきである。

一方，プレートによる固定（図-12）は強固な固定が得られる半面，術後の臀部術創部の離開，感染などが問題となることが少なくない。特に，わが国ではTAEが施行される頻度が高



仙骨骨折に対して強固な固定が得られる。しかし，軟部組織のトラブルが問題となる。左恥骨骨折に対しては順行性の経皮的スクリュー固定が行われている。

図-12 仙骨骨折に対する後方からのプレート固定

く，臀部の軟部組織の血流低下による影響も無視できないかもしれない。

いずれの固定法を選択するかについては，患者の年齢，全身状態，骨折部位，軟部組織の状態を考慮して決定すべきである。

### (2) 仙腸関節脱臼，脱臼骨折

仙腸関節部の脱臼や crescent fracture と呼ばれる脱臼骨折に対する固定法は，スクリューまたはプレート固定があり，前方あるいは後方いずれのアプローチも用いられる。

機能解剖の項で述べたように，仙腸関節の形態から不十分な固定は疼痛を残す可能性が高い。このため，我々は仙腸関節周囲の骨折・脱



スクリューは骨折部を十分に越えた長さのものを使用する。また，仙骨孔にかかる骨折では圧迫のかからないように全ネジ入りスクリューを用いる。

図-11 仙骨骨折に対する経皮的スクリュー固定



前方から仙腸関節に到達してのプレート固定

図-13 仙腸関節脱臼に対するプレート固定

臼に対しては、プレートによる強固な固定を選択している。アプローチは軟部組織のトラブルを避けるため、前方から1枚または2枚のプレートをを用いて固定する。この際、仙腸関節部の軟骨を削り、骨移植を行い関節固定も同時に行うようにしている(図-13)。

スクリューによる固定は、固定力が不十分なため、腹部外傷に伴う人工肛門の増設時など特殊な場合を除き行っていない。

一方、**crescent fracture** に対するアプローチも、われわれは原則として前方からのプレート固定を選択している(図-14)。その理由は、やはり後方アプローチによる軟部組織トラブル

を経験しているからである。スクリューによる固定は、仙腸関節近傍で腸骨が骨折しているため、スクリューで把持できる腸骨部が短いため固定力に乏しく推奨できない。

### (3) 腸骨翼骨折

腸骨内面を剥離した後、プレートおよびスクリューを組み合わせて固定する。手術手技は比較的容易である(図-15)。

### (4) 恥骨結合離開、恥骨枝骨折

恥骨結合離開や恥骨上行枝の骨折に対する内固定法は、多くの場合、プレートが選択される。恥骨結合離開に対するプレート固定は、恥骨結合部のわずかな動きを許容するため2穴プ



a 術前3DCT  
b 内固定術後  
前方から仙腸関節脱臼を整復しプレートとスクリューで固定

図-14 仙腸関節脱臼骨折に対する固定



腸骨内面を十分に剥離した後、プレートとスクリューで固定

図-15 腸骨骨折に対する固定



仙腸関節離開に対するスクリュー固定と恥骨結合離開に対するプレート固定

図-16 恥骨結合離開に対する固定



プレートを使用する場合と、4穴以上のプレートを  
を使用する場合がある(図-16)。

恥骨上行枝の骨折に対してもプレートが使用  
されることが多いが、低侵襲手術として経皮的  
スクリュー固定も行われている。これには順行  
性と逆行性がある(図-12)。いずれの方法も  
術中のX線透視装置のみで刺入するため熟練  
を要する。特に、大腿動静脈損傷や股関節内へ  
の誤刺入には十分な注意が必要である。

## おわりに

骨盤輪損傷の診断治療に際しては、初期には  
救命のための迅速な止血法の選択、そして救命  
後には機能回復のために骨折・脱臼に対する適  
切な固定法の選択が極めて重要である。そのた  
めには、止血法の概要、骨盤のバイオメカニク  
ス、機能解剖を理解し、損傷形態、患者の全身  
状態や局所の軟部組織状態を見極めながら、  
種々の止血法や固定法の中から、個々の症例に  
合った治療法を決定することになる。

## 文 献

- 1) Rothenberger DA, et al. : The mortality associated with pelvic fractures. *Surgery* 1978 ; 84 : 356-361.
- 2) 新藤正輝ほか：不安定型骨盤環骨折の治療。 *骨折* 2001 ; 23 ( 1 ) : 74-77.
- 3) Tile M, et al. : Biomechanics of the pelvic ring. *Fractures of the pelvis and acetabulum* 2003 ; 32-45, Lippincott Williams & Wilkins/Philadelphia.
- 4) Grant PT, et al. : The diagnosis of pelvic fractures by 'springing' *Arch Emerg Med* 1990 ; 7 ( 3 ) : 178-182.
- 5) Simpson T, et al. : Stabilization of pelvic ring disruptions with a circumferential sheet. *J Trauma* 2002 ; 52 ( 1 ) : 158-161.
- 6) Balogh Z, et al. : Institutional practice guidelines on management of pelvic fracture-related hemodynamic instability. *J Trauma* 2005 ; 58 : 778-782.
- 7) Pohlmann T, et al. : The technique of packing for control of hemorrhage in complex pelvic fractures. *Tech orthop* 1994 ; 9 : 267-270.
- 8) Eastridge BJ, et al. : The importance of fracture pattern in guiding therapeutic decision-making in patients with hemorrhagic shock and pelvic disruption. *J Trauma* 2002 ; 53 : 446-451.
- 9) Templeman D, et al. : Proximity of iliosacral screws to neurovascular structures after internal fixation. *Clin orthop* 1996 ; 329 : 194-198.
- 10) 新藤正輝ほか：Iliosacral screw による骨盤骨折の治療。 *日本外傷学会雑誌* 1998 ; 12 ( 4 ) : 287-293.

## 質疑応答

発言 1：札幌医大高度救命救急センター 倉田佳明

AP compression と lateral compression では AP のほうが重症とのことだが、AO 分類では B1 が open book で B2 が LC だが、AO では重症度に混乱があるのでは。

答：

LC で血管系が破綻していれば軽症とは限らない。

発言 2： 倉田佳明

仙腸関節、恥骨結合のプレート固定をした場合、経膈分娩は可能か？

答：

英文の論文が出てきたが、帝王切開の可能性を説明する。

発言 3： 豊岡中央病院 浜口英寿

仙腸関節の固定では骨移植どのようにしているか？

答：

澤口先生のプレートをを用いる場合は圧迫がかからないから、軟骨部分を充分削る。

プレートを 2 枚当てる場合は圧迫を加える。決まった方法はない。

発言 4： 浜口英寿

スクリュー 1 本のみでの固定は不足でないか？

答：

個人的にはそう思うが、報告者（チプローズ先生？）によってはスクリューのみで固定できると言ってる。Dese をしっかりしないと痛みが残る。仙腸関節周囲の仮骨ができた例は痛みがない。

発言 5：札幌医大高度救命救急センター 土田芳彦

上方転位があるものが全例 C 型ではないと思う。シャッカーの教科書には malgaigne 骨折が LC に分類されている。

答：

Tyle のバケットハンドルタイプには頭側転位して見えるものもある。

前方に骨傷がなくて後方のみ破綻するのは稀だが、C ではない。手術して治ったものも、手術しないで治ったものもある。

発言 6： 土田芳彦

日本では TAE が多い、外固定などの処置をしてもショックを離脱しないものになぜ TAE をしないのか。

答：

AO 派はバックギングをする。日本ではあまりにも神経質になって疑わしきに TAE しているかもしれない。