

# 総説

## 仙台医療圏における不安定型骨盤輪損傷に対する 治療の進歩

小坪知明

国立病院機構仙台医療センター 整形外科外傷センター

抄録

不安定型骨盤輪損傷はしばしば大量後腹膜出血を来し死亡率が高く、蘇生から機能再建まで治療が難しい外傷である。1990年代の仙台医療圏では、不安定型骨盤輪損傷が搬送されても大量輸血を行うほか為す術なく、救命出来ないことが少なくなかった。1997年に当院（旧国立仙台病院）が仙台医療圏で初めて経カテーテル的動脈塞栓術を導入し、徐々に劇的救命例が生まれる様になった。その後、外傷初期診療ガイドラインの普及、輸液・輸血戦略の進歩とともに、後腹膜ガーゼパッキング・大動脈遮断バルーンカテーテル・ダメージコントロール整形外科などの新しい治療戦略・手技が順次導入された。複数科・多職種連携による包括的治療戦略が確立され、救命率の向上のみならず生存例の機能予後も改善した。本総説では過去25年間の仙台医療圏における不安定型骨盤輪損傷診療の歴史と現在の到達点を詳述し、今後の課題について論じた。

キーワード：骨盤輪損傷、初期診療、蘇生、ダメージコントロール手術

（2022年4月30日受稿、2022年4月30日受理、連絡先：小坪知明・仙台医療センター 整形外科外傷センター）

### はじめに

骨盤輪は左右の寛骨と仙骨が靱帯で強固に連結され環状構造を成す。したがって、骨盤輪が2箇所以上で損傷された不安定型骨盤輪損傷（AO分類<sup>1)</sup> Type C）は、通常交通事故や高所からの墜落等の高エネルギー外傷によって生じる（図1）。他部位に重篤な合併損傷を伴いやすいうえ、骨折面からの出血ばかりでなく骨盤に沿って走行する動静脈損傷の合併により出血量が多く、死亡率が高い。不安定型骨盤輪損傷は、今なお蘇生から機能再建まで、治療が難しい外傷である<sup>2-19)</sup>。

筆者が初期研修医であった1995～1997年当時、不安定型骨盤輪損傷の患者が出血性ショックに陥り搬送されても、大量輸血を行う他に為す術なく救命出来ないことが少なくなかった。筆者が後期研修医



図1 不安定型骨盤輪損傷  
高エネルギー外傷により骨盤輪が2箇所以上で損傷され、多くの場合出血性ショックに陥る。蘇生から機能再建まで治療が難しい外傷である。

となった1997年、当院（旧国立仙台病院）スタッフの情熱と献身的努力により根本止血法として経カテーテル的動脈塞栓術（Transcatheter Arterial Embolization, 以下TAE）が導入され、徐々に劇的救命例が生まれる様になった<sup>6)</sup>。その後2006年10月、東北大学病院に高度救命救急センターが開設され、2008年に筆者が初代整形外科常勤医師として派遣された。救命救急医・放射線科医との連携、多職種の協力による包括的治療戦略が徐々に整備され、不安定型骨盤輪損傷重症例を数多く診療することが出来た<sup>14,16)</sup>。2020年、筆者は再び当院で勤務する機会に恵まれ整形外科外傷センター長を拝命し、引き続き不安定型骨盤輪損傷診療に携わる立場となった。そこで本総説では、過去25年間の仙台医療圏における不安定型骨盤輪損傷診療の歴史と現在の到達点を詳述し、今後の課題について論じる。

### 1990年代以前における骨盤輪損傷診療

不安定型骨盤輪損傷初期診療における最も重大な問題は、しばしば致命的となる大量後腹膜出血への対応である<sup>2-19)</sup>。内腸骨動静脈およびその分岐が数多く骨盤に近接して走行しているため、不安定型骨盤輪損傷が生じると動静脈損傷を合併し易い<sup>2-4,6,9,11)</sup>。開腹止血術はタンポナーデ効果を喪失するのみで無効であり、1960～1970年代には産婦人科領域から導入された両側内腸骨動脈結紮術が試みられたが、発達した側副血行路のために外科的止血は困難で、救命率向上には寄与しなかった<sup>4,18,19)</sup>。骨折面からの出血に対して低侵襲に整復固定を行う手段も乏しく、蘇生に成功しても機能再建が難しかった。1970年代に入り、低侵襲な止血法としてTAEの有用性が海外から報告された<sup>2-4)</sup>。

筆者は後期研修医であった1997年に当院（旧国立仙台病院）に入職したが、当時の救急外来に救急専任医はおらず内科・外科・脳神経など診療科別の体制となっており、多発外傷例が搬送されると対応が難しいことがあった。上之原広司先生（当時脳神経外科、現病院長）や山田康雄先生（当時外科、現救命救急センター長）をはじめ一部の先生方が、ご自身の専門領域外でも救急診療に情熱を傾けられ、そのような難しい症例を支えていた。1997年3月

6日、旧国立仙台病院に23歳男性の不安定型骨盤輪損傷例が搬送された。出血性ショックに陥っており、総量60単位に及ぶ大量輸血が行われたが「箆に水を入れる」が如くで、救命出来なかった。翌3月7日、78歳男性の不安定型骨盤輪損傷例が搬送され、総量40単位に及ぶ大量輸血が行われたが、同様に死亡した。連日の外来死亡例が契機となって治療戦略の見直しとTAE導入の機運が高まり、山田康雄先生を中心にTAE導入準備が進められた。3か月後の1997年6月18日、68歳男性の不安定型骨盤輪損傷例に対して初めてTAEが行われ、救命に成功した。その後、佐藤明弘先生（現診療技術部長）が当院に赴任され、待望の専門医によるTAEが可能となった。後期研修医であった筆者が初期診療において戦力として役立つことは殆どなく、輸血の運搬やポンピングのお手伝いが関の山であったが、蘇生成功例に対して主に牽引装置を用いた骨盤輪の整復を試み、全身状態安定後に主治医を引き継いでいた。1997年度後半から、蘇生担当医に放射線科医・整形外科医が加わった「骨盤骨折チーム」の様なものが自然に形成され、症例が搬送されると大抵「いつものメンバー」が集まって初期診療が行われていたと記憶している。徐々に救命例が増加し、TAE導入初期12例の成績を公表した<sup>6)</sup>。

1999年、東北大学病院前を自転車で走行していた高校生がバスに轢かれ骨盤輪損傷を受傷した。受傷直後高校生は意識清明であったが、目の前の大学病院には収容されず収容困難事例となり、漸く他院に搬送された後に死亡した。本事例は仙台放送で取り上げられ大きな反響を呼び、第13回FNSドキュメンタリー大賞優秀賞を受賞した。それ以前から当院が仙台医療圏に於いて先進的な取り組みを行っていたことは、特筆すべきである。

### 2000年代以降における骨盤輪損傷診療

不安定型骨盤輪損傷に限らず、集学的治療を要する重症外傷では初期診療の標準化が重要である。外傷初期診療の教育的プログラムとしてAmerican College of Surgeons, Committee on Trauma (ACSCOT) が展開するAdvanced Trauma Life Support (ACLS®) の日本版が開発され、2002年に外傷初

期診療ガイドライン (Japan Advanced Trauma Evaluation and Care, 以下 JATEC) として公表された。JATEC の普及・輸液・輸血戦略の進歩<sup>20)</sup>とともに、TAE<sup>2-4,6,9,16,21,22)</sup>、後腹膜ガーゼパッキング (Preperitoneal Pelvic Packing, 以下 PPP)<sup>5,7,13,15,17)</sup>、大動脈遮断バルーンカテーテル (Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta, 以下 REBOA)<sup>23)</sup>・ダメージコントロール整形外科 (Damage Control Orthopaedics, 以下 DCO)<sup>7,8,11-13,24-26)</sup> など各種治療手段の有用性が順次報告され、複数科・多職種連携による包括的治療の必要性<sup>9,11,12)</sup> が示された。

2006 年 10 月、東北大学病院に高度救命救急センターが設立され、2008 年に筆者が初代整形外科常勤医として赴任後、救命救急医・整形外科医・放射線科医の連携、多職種の協力による包括的治療を行う体制が整い、初期治療戦略を策定した (図 2)。すなわち JATEC に沿った初期診療を行い、①合併する動脈損傷に対する TAE を最優先しつつ、②骨折面を含む静脈性出血に対する DCO として創外固定等による骨盤輪の整復・安定化を目指してきた<sup>14,16)</sup>。各治療手段について、以下に詳述する。

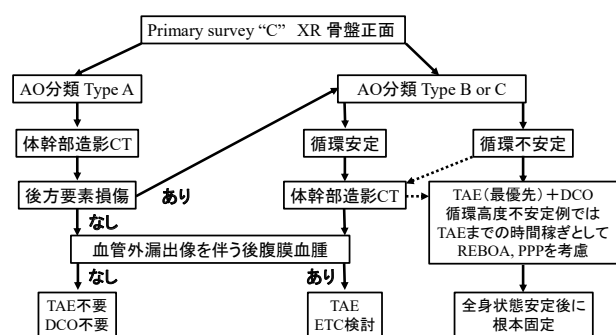


図 2 不安定型骨盤輪損傷の初期治療戦略

CT: computed tomography, TAE: transcatheter arterial embolization, DCO: damage control orthopaedics, REBOA: resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta, PPP: preperitoneal pelvic packing, ETC: early total care  
日本整形外科学会から許諾を得て、文献 16) から引用、一部を改変した。

## 1) TAE

骨盤骨折に対する診断的動脈造影は 1971 年 Athanasoulis らによって報告され<sup>27)</sup>、TAE は 1972 年 Margolies らによって報告された<sup>2)</sup>。以後有用な止血法として米国の外傷センターを中心に広く普及した<sup>4,21,22)</sup>。通常大腿動脈にシースを留置してカテーテルを進め血管造影を行い、造影剤の血管外漏出像 (extravasation) により出血部位を同定し、これを塞栓する (図 3)。損傷動脈は主に内腸骨動脈領域であるが、腸骨骨折に伴う深腸骨回旋動脈 (外腸骨動脈分枝) 損傷など、他領域に動脈損傷を伴っていることがある<sup>6,28)</sup>。有効な止血が得られると即時に循環動態の改善が認められることが多いが、改善が得られなければ出血源の見落としがないか再評価を要する。側副血行路からの出血を想定して内腸骨動脈全域を広範囲に塞栓すると殿筋壊死などの重大な合併症が生じることがあり、導入当初と比べ損傷動脈に対するより選択的な塞栓術が行われるようになった。

筆者は前述の歴史的経緯から、動脈損傷合併例では最優先すべき治療と考えている。術前に造影 CT を撮影出来れば損傷動脈の予測に役立ち、

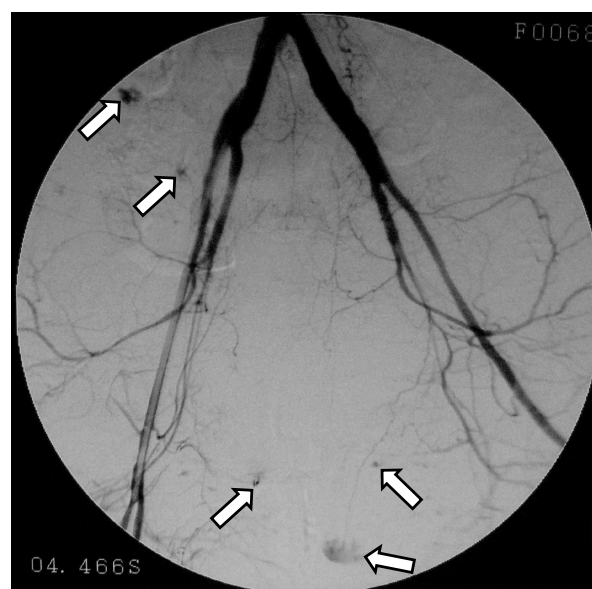


図 3 経カテーテル的動脈塞栓術

(Transcatheter Arterial Embolization: TAE)

不安定型骨盤輪損傷では、しばしば内腸骨動脈領域を中心に複数の造影剤血管外漏出像が認められる (白矢印)。経カテーテル的動脈塞栓術は低侵襲で有用な止血法である。

extravasation があれば一見循環動態が安定している様に見えても積極的に行った方が良い。個人的な経験では、迷って待機して良かったためしがない。初期診療時に循環動態が安定していても、経時的に著明な貧血の進行や循環動態の増悪が認められた場合にも適応すべきである<sup>6,16,28)</sup>。

夜間休日に TAE を行う場合、当院を含めオンコールスタッフの招集を要する施設が多く、通常勤務時間外における根本止血の遅れが問題として指摘されている<sup>29)</sup>。不安定型骨盤輪損傷を認識、もしくはその可能性が高い外傷例の収容が決定次第、早期に TAE スタッフを招集することが重要である<sup>16)</sup>。

## 2) PPP

PPP は骨盤輪損傷に合併した後腹膜出血に対するダメージコントロール手術として、1994 年 Pohlemann らによって初めて報告された<sup>5)</sup>。骨盤骨折由来の出血は動脈性よりも静脈性が多いこと<sup>3)</sup>、TAE はオンコールスタッフ招集のため止血まで時間を要する可能性があること<sup>29)</sup>から、欧州の外傷センターを中心に普及した<sup>7,17)</sup>。The World Society of Emergency Surgery (WSES) による 2017 年ガイドラインは、TAE よりも PPP と骨盤外固定の先行を支持している<sup>15)</sup>。外傷外科チームが充実している施設では良い選択肢かもしれないが、マンパワー不足の施設では TAE 同様、外傷外科医の招集が止血の遅れに繋がるかもしれない。大量後腹膜出血例の多くは腹直筋周囲の展開中に血腫が湧出して容易にガーゼパッキングを行える印象があるが、剥離操作を行わないと仙骨前面に到達出来ない例に強行すると却ってタンポナーデ効果を失う懸念がある。

筆者らは PPP 導入時、適応を循環不安定例で腹腔内出血に対する緊急開腹術を同時に行う場合、もしくは TAE を直ちに出来ない場合とした。血管造影室に移動可能であれば低血圧を容認して TAE を優先、TAE までの時間稼ぎが目的であれば次項の REBOA を優先した。当院では東日本大震災時に血管造影装置が使えず PPP を単独で行い止血・救命に成功した事例があり<sup>30)</sup>、TAE を直ちに出来ない

状況下では有用な代替手段と思われる。術後集中治療により全身状態が改善された後にガーゼ除去が必要となるため、救命センター内に手術室を持たない当院では麻酔科・手術室との連携が重要となる。

## 3) REBOA

大腿動脈から挿入したバルーンカテーテルによって一時的に大動脈血流を遮断する方法で（図 4）、1954 年に朝鮮戦争戦傷者に対する使用が初めて報告された<sup>31)</sup>。虚血合併症が問題となり 2000 年代まで標準の手技としての普及が進まなかったが、近年有用性が見直されつつある<sup>23)</sup>。筆者らは TAE 開始までに心停止に陥りそうな場合の時間稼ぎと位置付けている。

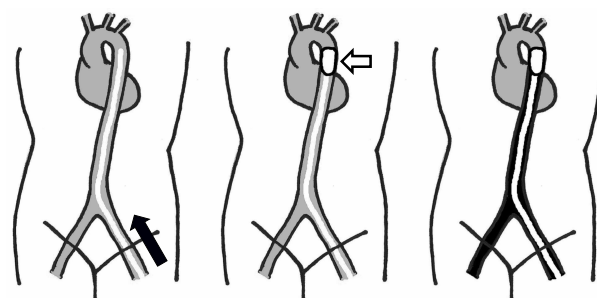


図 4 大動脈遮断バルーンカテーテル (Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta: REBOA)

大腿動脈からバルーンカテーテルを挿入し（黒矢印）、バルーンをインフレートして（白矢印）一時的に大動脈血流を遮断する。根本止血までの時間稼ぎとして用いる。

## 4) DCO

不安定型骨盤輪損傷に対する骨折観血的手術は侵襲が大きく、受傷後早期に行うと臓器障害の増悪が懸念される。そこで 1990 年代に DCO の概念が提唱され<sup>25)</sup>、広く普及した<sup>8,12,26)</sup>。即ち、初期診療時に創外固定器などを用いて低侵襲に骨盤輪の可及的整復・安定化を行い、全身状態の安定後に機能再建目的の根本固定を行う、Staged surgery<sup>8,12)</sup> の概念である。全身状態安定例では早期根本固定 (Early total care, 以下 ETC)<sup>31)</sup> が検討される。

筆者は不安定型骨盤輪損傷に対する DCO として、Pelvic C-clamp (DePuy Synthes, Zurich, Switzerland)<sup>24)</sup> による創外固定を第一選択とした。頭側方向への転位を下肢直達牽引で引き下げ、背

側・腹側方向の転位を腸骨に刺入したホフマン型創外固定器のパーツを用い整復してから Pelvic C-clamp を装着すると、離開した骨盤輪の良好な整復固定が得られる<sup>14,16)</sup> (図 5、図 6)。骨盤内刺入などの重篤な合併症が生じ得る手技であるため、事前にドライトレーニングを受けるなど、手技に精通しておく必要がある。ホフマン型創外固定器 (図 7) は皮膚から近い両側腸骨にハーフピンを挿入して連結固定するもので、Pelvic C-clamp よりも簡便・安全に装着可能であるが、不安定型骨盤輪損傷に対する整復力は十分ではない。

DCO も外傷整形外科医が不在であれば TAE, PPP と同様、治療の遅れが生じ得る。DCO は TAE の準備と並行して行うべきであるが、創外固定が組み上がらずに TAE に行けないのでは本末転倒である。術者不在時の一時的な骨盤外固定として、SAM® Pelvic Sling (SAM Medical Products, Oregon, USA, 図 8) で代用しても良いこととしている。

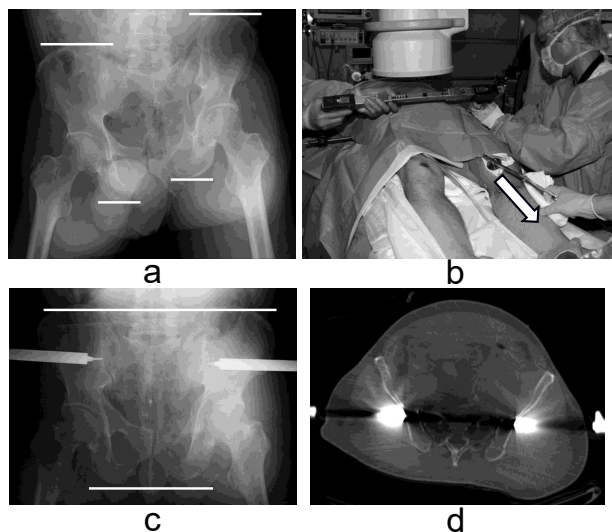


図 5 症例 1、Pelvic C-clamp を用いたダメージコントロール整形外科 (Damage Control Orthopaedics: DCO)

a) 来院時骨盤単純 X 線正面像。骨盤左半が頭側に大きく転位している。

b) 左下肢直達牽引 (白矢印) により骨盤左半を引き下げた状態で、Pelvic C-clamp を装着した。

c) 術後骨盤単純 X 線正面像。頭尾側方向の転位が整復された。

d) 術後骨盤 CT 水平断像。骨盤輪は良好に整復され、全身状態安定後の根本固定が容易となった。

日本整形外科学会から許諾を得て、文献 16) から引用、一部を改変した。

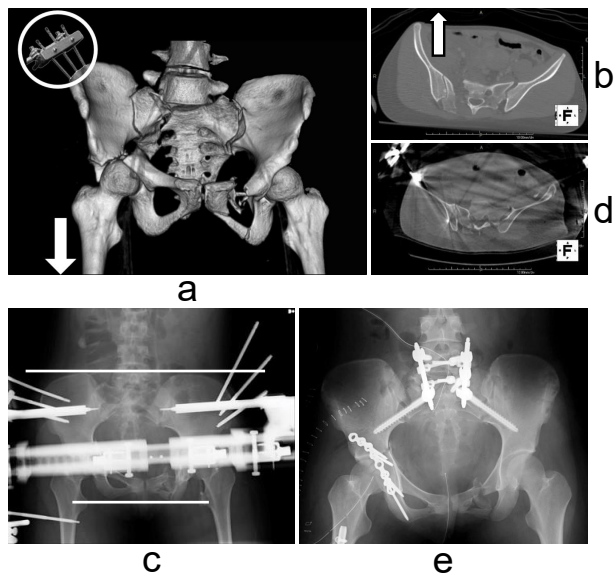


図 6 症例 2、Pelvic C-clamp を用いたダメージコントロール整形外科 (Damage Control Orthopaedics: DCO)

a) 来院時骨盤 CT 3D 再構成出力像。骨盤輪整復のため、ホフマン型創外固定器のパーツを右腸骨に刺入し (白丸)、右下肢直達牽引を行った (白矢印)。

b) 来院時骨盤 CT 水平断像。背側に転位した骨盤右半を、右腸骨に刺入したホフマン型創外固定器のパーツを引き上げて整復した (白矢印)。

c) 術後骨盤単純 X 線正面像。頭尾側方向の転位が整復された。

d) 術後骨盤 CT 水平断像。骨盤右半の背側・外側転位が整復された。

e) 内固定術後単純 X 線骨盤正面像。解剖学的整復位で強固な固定が得られた。

日本整形外科学会から許諾を得て、文献 16) から引用、一部を改変した。



図 7 ホフマン型骨盤創外固定器

両側腸骨に刺入したハーフピンを連結固定する。簡便、安全に装着可能だが、不安定型骨盤輪損傷に対する整復力は十分ではない。



図8 SAM® Pelvic Sling による骨盤外固定  
外傷整形外科医不在の際、創外固定の代替手段として一時的に用いる。Auto-stop buckle により一定の力（33 ポンド）で固定される。

#### 現在の到達点と今後の課題

過去の報告によれば、不安定型骨盤輪損傷の死亡率は10～60%台と高く、現在でも蘇生から機能再建まで治療が難しい外傷である<sup>2,19)</sup>。仙台医療圏では、大量輸血を行うほか為す術がなかった1990年代と比べ初期診療は大きく進歩した。しかし、筆者が2008年4月から10年間に東北大学病院で診療した不安定型骨盤輪損傷（AO分類Type C）60例の調査では、来院時心肺停止例が多く、外来死亡例を含めた全体の死亡率は62%と今なお高かった。

当院でTAEを導入した1997年当時、骨盤輪損傷に対する創外固定器や内固定材は整備されておらず、多くの症例が保存的に治療され、変形治癒が容認されていた。DCO, Staged surgery の治療戦略が確立された現在、生存例に対して解剖学的再建を行い、良好な機能予後が得られるようになった。近年、ハイブリッド手術室における経皮的スクリュー固定など新しい早期再建手法が報告され、多発外傷例に対してもETCが見直される傾向にあるが<sup>32)</sup>、全身状態重篤例における手術侵襲に配慮した再建計画は今後も重要と考えている。

2019年新病院に移転した当院は、救命救急センターの増床と救急外来の拡充が行われた。不安定型骨盤輪損傷初期診療における今後の課題として、マンパワーの不足と、PPPやDCOを即時に行える救

急専用手術室を欠くことが挙げられる。劇的救命・劇的社会復帰を目指す情熱を持った若い人材の確保と複数診療科・部門の連携による、さらなる治療成績の向上を期待したい。

本総説の発表に関して開示すべきCOIはありません。

#### 謝辞

当院における重症外傷診療を長きにわたり牽引され筆者をその道に導かれた上之原広司先生、山田康雄先生、東北大学病院高度救命救急センター設立初期に情熱を持って重症外傷診療に取り組み筆者をご指導下さった、入野田崇先生（現大崎市民病院救命救急センター長）、山内聡先生（現仙台市立病院救命救急センター長）、遠藤智之先生（現東北医科大学病院救命救急センター長）、野村亮介先生（現みやぎ県南中核病院救急科主任部長）、小林道生先生（現石巻赤十字病院救命救急センター長）をはじめ、不安定型骨盤輪損傷診療にご協力下さいました皆様に、心より感謝申し上げます。

#### 文献

- 1) Tile M. Acute pelvic fractures: I. Causation and classification. JAAOS. 1996;4:143-151
- 2) Margolies MN, Ring EJ, Waltman AC, et al. Arteriography in the management of hemorrhage from pelvic fractures. N Engl J Med. 1972;287:317-321
- 3) Huittinen VM, Slätis P. Postmortem angiography and dissection of the hypogastric artery in pelvic fractures. Surgery. 1973;73:454-462
- 4) Matalon TS, Athanasoulis CA, Margolies MN, et al. Hemorrhage with pelvic fractures: efficacy of transcatheter embolization. Am J Roentgenol. 1979;133:859-864
- 5) Pohlemann T, Gänsslen A, Bosch U, et al. The technique of packing for control of hemorrhage in complex pelvic fractures. Tech Orthop. 1994;9:267-270

- 6) 小坏知明, 大泉晶, 黒澤宏行, 他: 経カテーテル的動脈塞栓術を行った骨盤骨折重症例の治療成績. 東北震災紀要. 2000;44:86-89
- 7) Ertel W, Keel M, Eid K, et al. Control of severe hemorrhage using C-clamp and pelvic packing in multiply injured patients with pelvic ring disruption. *J Orthop Trauma*. 2001;15:468-474
- 8) Probst C, Probst T, Gaensslen A, et al. Timing and duration of the initial pelvic stabilization after multiple trauma in patients from the German trauma registry: is there an influence on outcome? *J Trauma*. 2007;62:370-377
- 9) Stein DM, O'Toole R, Scalea TM. Multidisciplinary approach for patients with pelvic fractures and hemodynamic instability. *Scand J Surg*. 2007;96:272-280
- 10) Verbeek D, Sugrue M, Balogh Z, et al. Acute management of hemodynamically unstable pelvic trauma patients: time for a change? Multicenter review of recent practice. *World J Surg*. 2008;32:1874-1882
- 11) Hak DJ, Smith WR, Suzuki T. Management of hemorrhage in life-threatening pelvic fracture. *J Am Acad Orthop Surg*. 2009;17:447-457
- 12) Eckroth-Bernard K, Davis JW. Management of pelvic fractures. *Curr Opin Crit Care*. 2010;16:582-586
- 13) Burlew CC, Moore EE, Smith WR, et al. Preperitoneal pelvic packing/external fixation with secondary angioembolization: optimal care for life-threatening hemorrhage from unstable pelvic fractures. *J Am Coll Surg*. 2011;212:628-637
- 14) 小坏知明, 佐藤武揚, 工藤大介, 他: 骨盤骨折に対する pelvic C-clamp の治療成績. 整・災外. 2011;54:1509-1513
- 15) Coccolini F, Stahel PF, Montori G, et al. Pelvic trauma: WSES classification and guidelines. *World J Emerg Surg*. 2017;12:5
- 16) 小坏知明: 高度救命救急センターにおける重症外傷例への対応 ―整形外科医が重症初療室・集中治療室で学んだこと―. 日整会誌. 2018;91:403-412
- 17) Magnone S, Allievi N, Ceresoli M, et al. Prospective validation of a new protocol with preperitoneal pelvic packing as the mainstay for the treatment of hemodynamically unstable pelvic trauma: a 5-year experience. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2021;47:499-505
- 18) Seavers R, Lynch J, Ballard R, et al. Hypogastric artery ligation for uncontrollable hemorrhage in acute pelvic trauma. *Surgery*. 1964;55:516-519
- 19) Hauser CW, Perry JF. Control of massive hemorrhage from pelvic fractures by hypogastric artery ligation. *Surg Gynecol Obstet*. 1965;121:313-315
- 20) Gruen RL, Brohi K, Schreiber M, et al. Haemorrhage control in severely injured patients. *Lancet*. 2012;380:1099-1108
- 21) Panetta T, Sclafani SJ, Goldstein AS, et al. Percutaneous transcatheter embolization for massive bleeding from pelvic fractures. *J Trauma*. 1985;25:1021-1029
- 22) Velmahos GC, Toutouzas KG, Vassiliu P, et al. A prospective study on the safety and efficacy of angiographic embolization for pelvic and visceral injuries. *J Trauma*. 2002;53:303-308
- 23) Brenner ML, Moore LJ, DuBose JJ, et al. A clinical series of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta for hemorrhage control and resuscitation. *J Trauma*. 2013;75:506-511
- 24) Ganz R, Krushell RJ, Jacob RP, et al. The antishock pelvic clamp. *Clin Orthop*. 1991;267:71-78
- 25) Henry SM, Tornetta P 3rd, Scalea TM. Damage control for devastating pelvic and

- extremity injuries. Surg Clin North Am. 1997;77:879-895
- 26) Taeger G, Ruchholtz S, Waydhas C, et al. Damage control orthopedics in patients with multiple injuries is effective, time saving, and safe. J Trauma. 2005;59:409-417
- 27) Athanasoulis CA, Duffield R, Shapiro JH. Angiography to assess pelvic vascular injury (letter). N Engl J Med. 1971;285:1539
- 28) 小坪知明, 藤井玄二: 骨盤骨折の骨折型・CT 上の血腫と損傷動脈との関連. Hip Joint. 2000;26:174-178
- 29) Schwartz DA, Medina M, Cotton BA, et al. Are we delivering two standards of care for pelvic trauma? Availability of angioembolization after hours and on weekends increases time to therapeutic intervention. J Trauma. 2014;76:134-139
- 30) 上之原広司、山田康雄: 東日本大震災から 10 年. NHO NEW WAVE. 2021;43:1-2
- 31) Hughes CW. Use of an intra-aortic balloon catheter tamponade for controlling intra-abdominal hemorrhage in man. Surgery. 1954;36:65-68
- 32) Enninghorst N, Toth L, King KL, et al. Acute definitive internal fixation of pelvic ring fractures in polytrauma patients: a feasible option. J Trauma. 2010;68:935-941