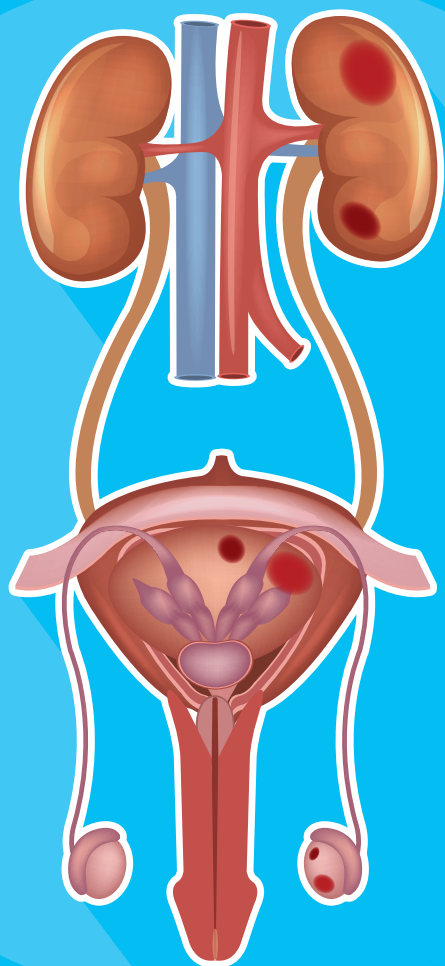


# 泌尿器外傷 診療ガイドライン

編集 日本泌尿器科学会

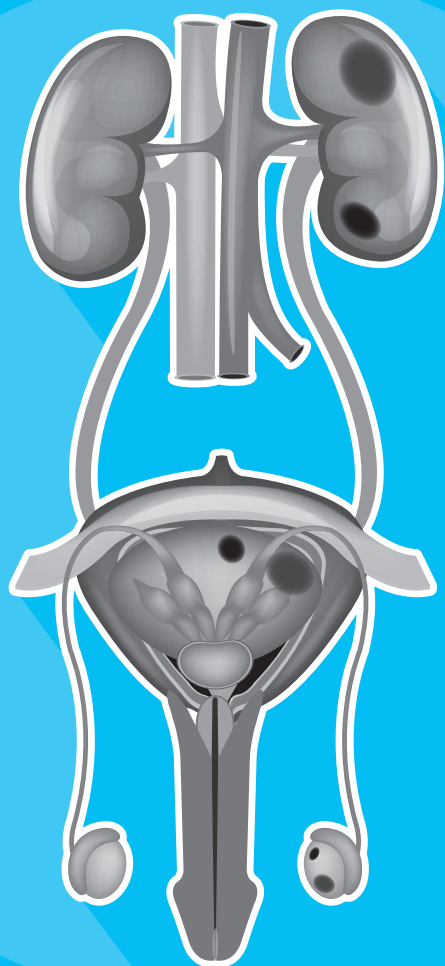
2022年版



# 泌尿器外傷 診療ガイドライン

編集 日本泌尿器科学会

2022年版



---

## 巻頭言

---

このたび、泌尿器外傷診療ガイドラインが出版されることになりました。これまで、泌尿器科全般にわたる外傷の診療ガイドラインはなかったため、初版ということになります。腎、尿管、膀胱、尿道に加えて精巣や陰茎まで含めて作成されました。本ガイドライン作成にあたっては、日本泌尿器科学会専門領域委員会の外傷・救急医療部会が中心となって、日本泌尿器科学会、日本外傷学会、日本IVR学会のなかから作成委員を選出しました。腎外傷診療ガイドラインが前身となったため、腎外傷のパートのボリュームがやや多めになっていますが、泌尿器科医として遭遇しそうな泌尿器科の外傷についてはほぼ網羅されています。領域ごとに作成された診療のアルゴリズムは非常にわかりやすく、是非とも参考にしていただきたいと思います。泌尿器科領域における外傷に対しては、初期治療を誤ると大きな機能障害が残ったり、QOLを著しく低下させることがあるため、本書を十分に活用して診療に当たられることを強く望みます。

2022年8月

日本泌尿器科学会 理事長  
野々村祝夫

---

---

## 作成にあたって

---

このたび刊行された泌尿器外傷診療ガイドラインは、泌尿器外傷全般に関して臓器別に CQ 形式で編集されたわが国初のガイドラインです。

令和3年中の24時間以内の交通事故死者数は2,636人と近年減少を続けていますが、交通外傷は比較的若い世代に多く、少子高齢化時代における若い世代の生産年齢人口への寄与は大きく外傷診療の充実は重要です。さらに、医療現場において手術や処置による医原性外傷の対応は不可避です。尿管や尿道では医原性外傷が多く、患者のQOLを損ねて治療期間の延長や医療費を増大させ、ひいては医療訴訟に発展する可能性もあります。

海外ではすでに泌尿器外傷全般のガイドラインが存在しますが、わが国の医療提供体制に則したガイドラインを制定する意義があります。日本泌尿器科学会では、最も頻度が高い腎外傷診療ガイドラインを2016年に発刊しました。そして初版より5年が経過し、この改訂に合わせて泌尿器外傷全般のガイドラインを作成することとなりました。作成委員には日本泌尿器科学会のほか日本外傷学会および日本IVR学会からも推薦いただきました。なお、成書形式による日本外傷学会監修の外傷初期診療ガイドラインJATECおよび外傷専門診療ガイドラインJETECが判を重ねていますが、これらとは整合性を図るよう努めました。

本ガイドライン作成の目的は、医原性外傷を含めた泌尿器外傷の標準的な診断治療指針を示すことで、患者の救命のみならず臓器機能の温存と合併症を最小限にすることです。本ガイドラインは強制力を持たず、使用にあたっては患者・家族の個別性、医療機関の状況なども勘案して担当医が決定すべきですが、泌尿器外傷に携わる先生方の日常診療に役立つことを執筆者一同心より願っております。

今回の発刊にあたり、膨大な量の文献を吟味し作成作業にあたっていただいた作成委員の先生方、司書の方々、事務局の皆様に厚く御礼申し上げます。さらに、本ガイドラインをご評価いただいた評価委員会および学会のガイドライン委員会の先生方にも感謝いたします。最後に、編集でご苦労をおかけした医学図書出版編集部の皆様に深甚なる感謝を申し上げます。

2022年8月

泌尿器外傷診療ガイドライン作成委員長  
日本泌尿器科学会専門領域委員会外傷・救急医療部会  
中島洋介

---

# 目次

泌尿器外傷診療ガイドライン 作成の経緯と手順……………1

---

## I. 腎尿管外傷

---

**CQ1** わが国における受傷機転の特徴は？ ……………10

**CQ2** 腎外傷の診療の特徴と望ましい施設の要件は？ ……………13

**CQ3** 腎外傷の頻度と程度は？ ……………18

**CQ4** 腎外傷における他臓器合併損傷の頻度と程度は？ ……………22

**CQ5** 腎外傷の損傷分類にはどのようなものがあるか？  
その有用性や問題点は？ ……………25

**CQ6** 腎外傷の診療に有用な臨床所見はどのようなものがあるか？ ……………31

**CQ7** 腎外傷の診療に有用な検査所見はどのようなものがあるか？ ……………35

**CQ8** 腎外傷の診療に有用な画像診断法はどのようなものがあるか？ ……………38

**CQ9** 腎外傷に対する非手術療法（nonoperative management：NOM）の  
適応と方法は？ 合併症の種類と頻度，診断，治療は？ ……………43

**CQ10** 腎外傷に伴う尿溢流はドレナージが必要か？ ……………48

**CQ11** 腎外傷に対する非手術療法（nonoperative management：NOM）での  
経カテーテル動脈塞栓術（transcatheter arterial embolization：TAE）  
の適応と合併症は？ 合併症の種類と頻度，診断，治療は？ ……………51

**CQ12** 腎外傷に対する手術療法（operative management：OM）の  
適応と術式は？ 合併症の種類と頻度，診断，治療は？  
他臓器合併損傷に対する開腹時の renal exploration の適応は？ ……………55

**CQ13** 腎外傷の診療における小児と成人の相違点は？ ……………59

**CQ14** 尿管外傷の受傷機転の特徴と診断に有用な臨床所見，検査所見，  
画像診断法はどのようなものがあるか？ ……………61

**CQ15** 尿管外傷の初期治療法，待機的治療法にはどのようなものがあるか？ ……66

---

## II. 膀胱外傷

---

- CQ16 膀胱外傷の受傷機転は何か？ ……………72
- CQ17 膀胱外傷における他臓器合併損傷の頻度と程度は？ ……………76
- CQ18 膀胱外傷の診断に有用な臨床所見，検査，画像診断法は  
どのようなものがあるか？ ……………79
- CQ19 膀胱外傷に対する保存的治療の適応と方法は？ ……………82
- CQ20 膀胱外傷に対する外科的治療の適応と方法は？ ……………86

---

## III. 尿道外傷

---

- CQ21 尿道外傷の受傷機転は何か？ ……………92
- CQ22 尿道外傷の診断に有用な臨床所見，検査，画像検査には  
どのようなものがあるか？ ……………96
- CQ23 尿道外傷の適切な初期治療は何か？ ……………101
- CQ24 尿道外傷の合併症にはどのようなものがあるか？ ……………107
- CQ25 続発する尿道狭窄症に対する適切な治療は何か？ ……………112

---

## IV. 生殖器外傷

---

- CQ26 陰茎折症の診断に有用な臨床所見，画像診断法は何か？ ……………120
- CQ27 陰茎折症の適切な治療法，注意すべき後遺症は何か？ ……………124
- CQ28 精巣破裂の診断に有用な臨床所見，画像診断法は何か？ ……………127
- CQ29 精巣破裂の外科的治療選択：温存か，摘除か？ ……………130
- CQ30 陰茎切断の外科的治療選択：接合か，断端形成か？ ……………133
-

## 泌尿器外傷診療ガイドライン 作成委員一覧

---

委員長	中島 洋介	川崎市立看護短期大学 副学長 兼 川崎市立看護大学 教授
保険委員長	高橋 悟	日本大学医学部泌尿器科学系泌尿器科学 教授
委員	飯島 和芳	長野市民病院泌尿器科 副部長
	井上 幸治	倉敷中央病院泌尿器科 主任部長
	井上 高光	国際医療福祉大学腎泌尿器外科学 教授
	金子 直之 <sup>*1</sup>	深谷赤十字病院救急診療科 副院長
	兼松 明弘	兵庫医科大学泌尿器科学教室 准教授
	齋藤 大蔵 <sup>*1</sup>	防衛医科大学校外傷研究部門 教授
	榮 建文 <sup>*2</sup>	宮崎大学医学部附属病院 IVR センター長
	杉原 亨	自治医科大学泌尿器科学部門 講師
	関根 和彦 <sup>*1</sup>	東京都済生会中央病院 救命救急センター長・救急診療科部長
	高尾 徹也	大阪急性期・総合医療センター泌尿器科 主任部長
	田部井 正	防衛医科大学校泌尿器科学講座 助教
	田村 芳美	渋川医療センター泌尿器科 部長
	船曳 知弘 <sup>*2</sup>	藤田医科大学救急科 教授
	八木橋祐亮	静岡市立静岡病院泌尿器科 科長
	柳 雅人	日本医科大学付属病院泌尿器科 助教
事務局	尾島健一郎	防衛医科大学校泌尿器科学講座 医学研究科
	新地 祐介	防衛医科大学校泌尿器科学講座 助教
	堀口 明男	防衛医科大学校校外傷再建部 部長
評価委員会		
委員長	野口 満	佐賀大学医学部泌尿器科学講座 教授
委員	賀本 敏行	宮崎大学医学部外科学講座泌尿器科学 教授
	関戸 哲利	東邦大学医療センター大橋病院泌尿器科 教授
	舩森 直哉	札幌医科大学医学部泌尿器科学講座 教授

\* 1：日本外傷学会

\* 2：日本 IVR 学会

---

# 泌尿器外傷診療ガイドライン 作成の経緯と手順

---

## 1. 作成の経緯と目的

泌尿器外傷，特に腎外傷は腹部多臓器損傷の1つとして遭遇する頻度が高く，複数の診療科で対応することが多い。わが国における腎外傷診療を標準化する目的で2016年に腎外傷診療ガイドラインが発刊された。一方，海外では腎外傷だけでなく，泌尿器外傷全般に対するガイドラインが発表されている現状から，わが国においても同様のガイドライン作成の必要性が高まっていた。また，先進国においてはいわゆる外的損傷による外傷に加え，医原性外傷に対するマネジメントも重要視されてきている。このような背景から，全般的な泌尿器外傷に対するガイドラインを作成することとなった。現時点における泌尿器外傷に関する世界的なエビデンスをベースに，わが国の医療事情に配慮した上で標準的な診療指針を示すことを目的とする。なお，本ガイドライン作成にあたっては，日本泌尿器科学会専門領域委員会外傷・救急医療部会が泌尿器外傷診療に実績のある泌尿器科専門医のなかから人選した。さらに，日本外傷学会，日本IVR学会から推薦された専門医が作成委員に加わった(委員会名簿参照)。

## 2. 対象患者と利用者

本ガイドラインの対象患者は病歴，検査所見より臨床的に泌尿器外傷を疑う患者であり，利用者は泌尿器外傷の診療にかかわる泌尿器科医，救急医，一般外科医，外傷外科医および一般医家である。

## 3. 作成の基本方針と作成方法

作成委員会により腎尿管外傷，膀胱外傷，尿道外傷，生殖器外傷の領域を設定し，責任者と担当者を決定した。既存の腎外傷診療ガイドラインを参考に全領域で計30のClinical Question (CQ)を設定した。日本医学図書館協会の協力のもと，CQごとに設定したキーワードにより1983年1月1日～2020年7月16日の文献を対象に，医学中央雑誌とPubMedで網羅的文献検索を行った(表1)。各委員が得られた文献のタイトル，形式，抄録から引用文献候補を抽出した(1次スクリーニング)。さらに，検索作業後に公表された重要と考えられる文献を各委員が検索し，1次スクリーニングされた文献と合わせて本文を精読，最終的な引用文献を選定した(2次スクリーニング)。文献の結果をまとめてクリニカルアンサーとして記載した。泌尿器外傷診療におけるランダム化比較試験やメタアナリシスはほとんど存在せず，システムティックレビューを作成してエビデンス総体をまとめることは困難であったため，作成委員会の合意をもって推奨の評価を決定した。2007年版Minds診療ガイドライン作成の手引きに準じてエビデンスレベルと推奨グレード(表2)は決定したが，エビデンスレベルはガイドライン本文の文献には記載せず評価委員会のための構造化抄録に記載



表1 CQタイトルと検索・引用文献数

領域	CQ 番号	CQタイトル	論文数			
			医中誌	PubMed	合計	引用 文献
腎尿管	1	わが国における受傷機転の特徴は？	44	59	103	43
	2	腎外傷の診療の特徴と望ましい施設の要件は？	11	26	37	26
	3	腎外傷の頻度と程度は？	32	43	75	29
	4	腎外傷における他臓器合併損傷の頻度と程度は？	33	42	75	26
	5	腎外傷の損傷分類にはどのようなものがあるか？ その有用性や問題点は？	34	37	71	41
	6	腎外傷の診療に有用な臨床所見はどのようなものがあるか？	49	86	135	28
	7	腎外傷の診療に有用な検査所見はどのようなものがあるか？	15	26	41	16
	8	腎外傷の診療に有用な画像診断法はどのようなものがあるか？	20	145	165	33
	9	腎外傷に対する非手術療法（nonoperative management：NOM）の適応と方法は？ 合併症の種類と頻度，診断，治療は？	25	252	277	49
	10	腎外傷に伴う尿溢流はドレナージが必要か？	10	32	42	26
	11	腎外傷に対する非手術療法（nonoperative management：NOM）での経カテーテル動脈塞栓術（transcatheter arterial embolization：TAE）の適応と合併症は？ 合併症の種類と頻度，診断，治療は？	8	47	55	24
	12	腎外傷に対する手術療法（operative management：OM）の適応と術式は？ 合併症の種類と頻度，診断，治療は？ 他臓器合併損傷に対する開腹時のrenal explorationの適応は？	10	100	110	31
	13	腎外傷の診療における小児と成人の相違点は？	2	33	35	9
	14	尿管外傷の受傷機転の特徴と診断に有用な臨床所見，検査所見，画像診断法はどのようなものがあるか？	15	161	176	43
	15	尿管外傷の初期治療法，待機的治療法にはどのようなものがあるか？	10	50	60	35
膀胱	16	膀胱外傷の受傷機転は何か？	22	116	138	23
	17	膀胱外傷における他臓器合併損傷の頻度と程度は？	6	39	45	20
	18	膀胱外傷の診断に有用な臨床所見，検査，画像診断法はどのようなものがあるか？	1	58	59	17
	19	膀胱外傷に対する保存的治療の適応と方法は？	10	36	46	23
	20	膀胱外傷に対する外科的治療の適応と方法は？	4	75	79	23
尿道	21	尿道外傷の受傷機転は何か？	21	73	94	40
	22	尿道外傷の診断に有用な臨床所見，検査，画像検査にはどのようなものがあるか？	3	76	79	35
	23	尿道外傷の適切な初期治療は何か？	11	90	101	47
	24	尿道外傷の合併症にはどのようなものがあるか？	10	92	102	39
	25	続発する尿道狭窄症に対する適切な治療は何か？	4	176	180	51
生殖器	26	陰茎折症の診断に有用な臨床所見，画像診断法は何か？	16	73	89	22
	27	陰茎折症の適切な治療法，注意すべき後遺症は何か？	16	93	109	25
	28	精巣破裂の診断に有用な臨床所見，画像診断法は何か？	21	60	81	26
	29	精巣破裂の外科的治療選択：温存か，摘除か？	18	49	67	19
	30	陰茎切断の外科的治療選択：接合か，断端形成か？	11	50	61	18

した。CQによっては推奨グレードを付記できない設問もあった。

表2 クリニカルアンサーの推奨グレード

推奨グレード	内容
A	強い科学的根拠があり，行うよう強く勧められる。
B	科学的根拠があり，行うよう勧められる。
C1	科学的根拠はないが，行うよう勧められる。
C2	科学的根拠はなく，行わないよう勧められる。
D	無効性あるいは害を示す科学的根拠があり，行わないよう勧められる。

(Minds 診療ガイドライン作成の手引き 2007 より引用)

#### 4. 領域担当者

腎尿管外傷：中島洋介（責任者），金子直之，齋藤大蔵，榮建文，関根和彦，田村芳美，船曳知弘，柳雅人

膀胱外傷：八木橋祐亮（責任者），井上高光，金子直之，杉原亨

尿道外傷：堀口明男（責任者），兼松明弘，田部井正，齋藤大蔵

生殖器外傷：井上幸治（責任者），飯島和芳，関根和彦，高尾徹也

#### 5. 評価

日本泌尿器科学会ガイドライン委員会に初校を送付して，前述の作成委員一覧のうちの評価委員会委員の意見をもとに最終校を作成した。

これらの結果を基にガイドラインの再検討と改善が図られ，出版の運びとなった。

#### 6. 改訂と英文化

今後も社会環境の変化と医学の進歩とともに泌尿器外傷に対する診療内容は変化し得るため，本ガイドラインも定期的な再検討を要すると思われる。そのため，今回の作成委員会を改訂組織として，出版後のガイドラインの内容評価の結果や新しいエビデンスを収集して，原則として5年ごとの改訂を検討する予定である。また，本ガイドライン発表後，すみやかにガイドラインの英文化も行う予定である。

#### 7. 作成資金と利益相反

本ガイドラインは日本泌尿器科学会ガイドライン委員会の予算により賄われた。

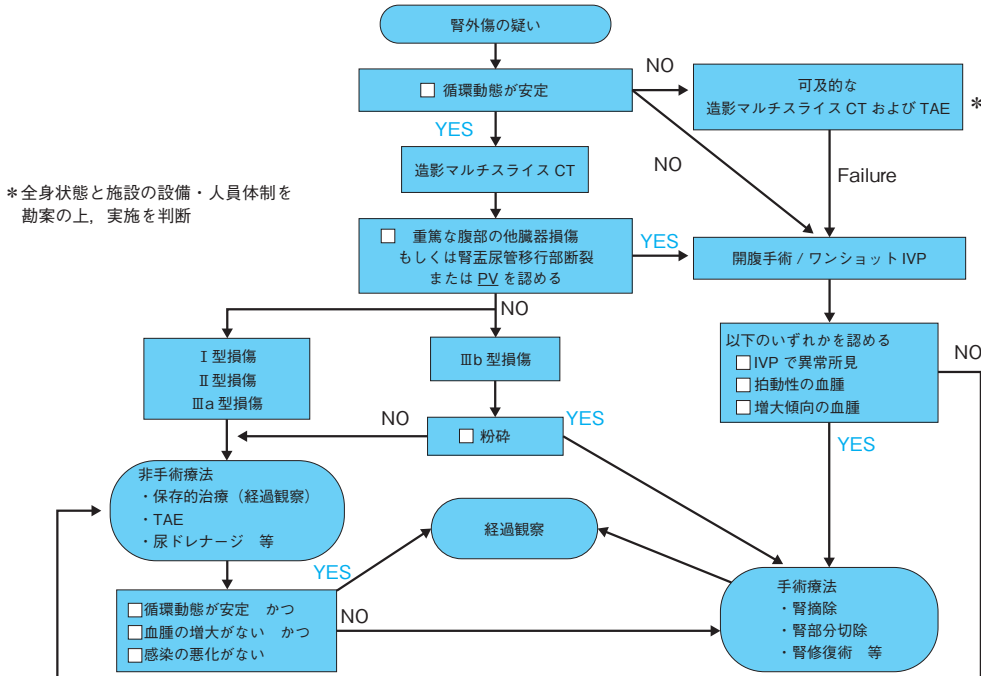
本ガイドラインは社会貢献を目的として作成されたもので，内容は科学的根拠に基づくものである。本ガイドライン作成に関係した委員全ての利益相反に関する自己申告書は日本泌尿器科学会利益相反委員会において慎重に審議され，重大な支障となる利益相反問題はないと判断された。

## 略語一覧

- AAST : American Association for the Surgery of Trauma ; 米国外傷外科学会  
AIS : Abbreviated Injury Scale ; 簡略損傷スケール  
ATC : Adult Trauma Center ; 成人外傷センター  
AUA : American Urological Association ; 米国泌尿器科学会  
DPC : Diagnosis Procedure Combination ; 診断群分類, 診断群分類包括評価  
EAU : European Association of Urology ; 欧州泌尿器科学会  
ISS : Injury Severity Score ; 外傷重症度スコア  
IVR : Interventional Radiology ; 画像下治療  
JAST : Japanese Association for the Surgery of Trauma ; 日本外傷学会  
JTDB : Japan Trauma Data Bank ; 日本外傷データバンク  
MVC : Motor Vehicle Collision ; 自動車衝突事故  
NOM\* : Non Operative Management ; 非手術療法  
NTDB : National Trauma Data Bank ; 米国外傷データバンク  
OIS : Organ Injury Scale ; 臓器損傷スケール  
OM : Operative Management ; 手術療法  
PFUI : Pelvic Fracture Urethral Injury ; 骨盤骨折に伴う尿道外傷  
PR : Primary Realignment ; 尿道カテーテル留置による一次的修復  
Primary Survey : ABCDEアプローチに基づき, 生命維持のための生理機能の維持・回復を最優先として検索・対処するもの; プライマリー・サーベイ  
PTC : Pediatric Trauma Center ; 小児外傷センター  
PV : Pedicle Vessel ; 腎茎部血管損傷  
SHIM : Sexual Health Inventory for Men ; 男性用性健康調査表  
SI : Shock Index ; ショック指数  
SIU : Société Internationale d'Urologie ; 国際泌尿器科学会  
TAE : Transcatheter Arterial Embolization ; 経カテーテル動脈塞栓術  
UPJ : Ureteropelvic Junction ; 腎盂尿管移行部  
WSES : World Society of Emergency Surgery ; 世界緊急手術学会

\*本ガイドラインにおいては, 腎外傷に対する NOM とは, 適切な補液と安静に加え, TAE, 尿管ステント留置や腎瘻造設術など尿溢流に対する処置を含める。

# 腎外傷の診療アルゴリズム



本アルゴリズムは典型的な症例を対象としており、非典型的な症例に関しては個別に最適な治療を考慮すべきである。型分類については下表を参照。

参考：日本外傷学会腎損傷分類（腎損傷分類 2008）

- I 型 被膜下損傷 subcapsular injury
  - a. 被膜下血腫 subcapsular hematoma
  - b. 実質内血腫 intraparenchymal hematoma
- II 型 表在性損傷 superficial injury
- III 型 深在性損傷 deep injury
  - a. 単純深在性損傷 simple deep injury
  - b. 複雑深在性損傷 complex deep injury

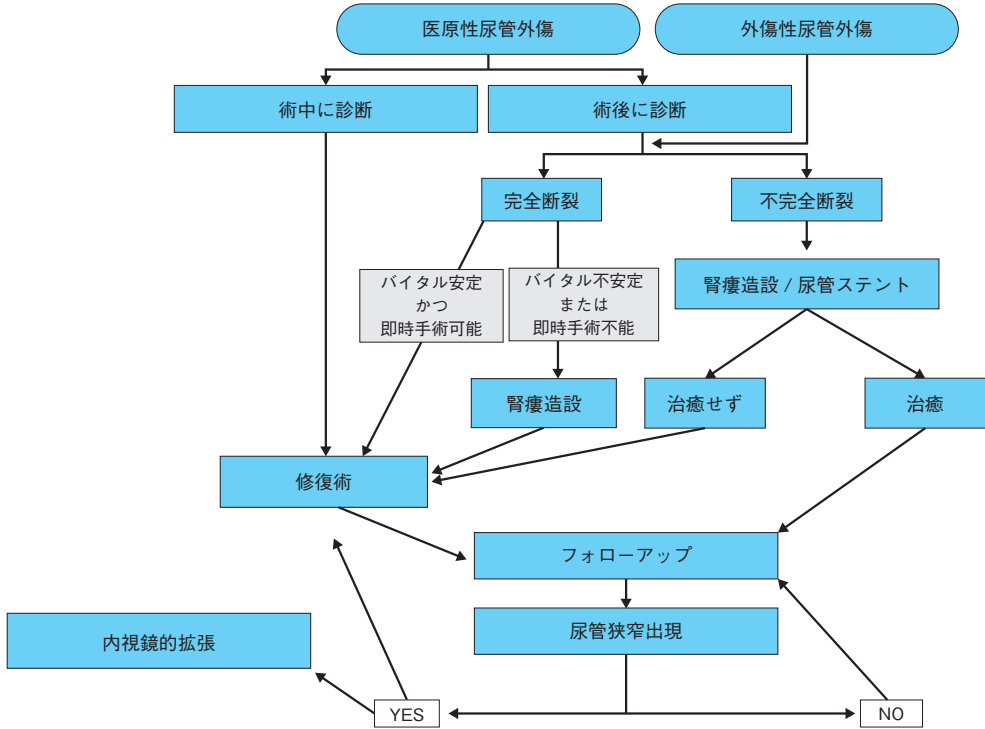
[Appendix]

腎基部血管損傷（pedicle vessel）は PV として表記する

血腫の広がり Gerota 筋膜内に留まるものは H1，Gerota 筋膜を超えるものは H2 と表記する

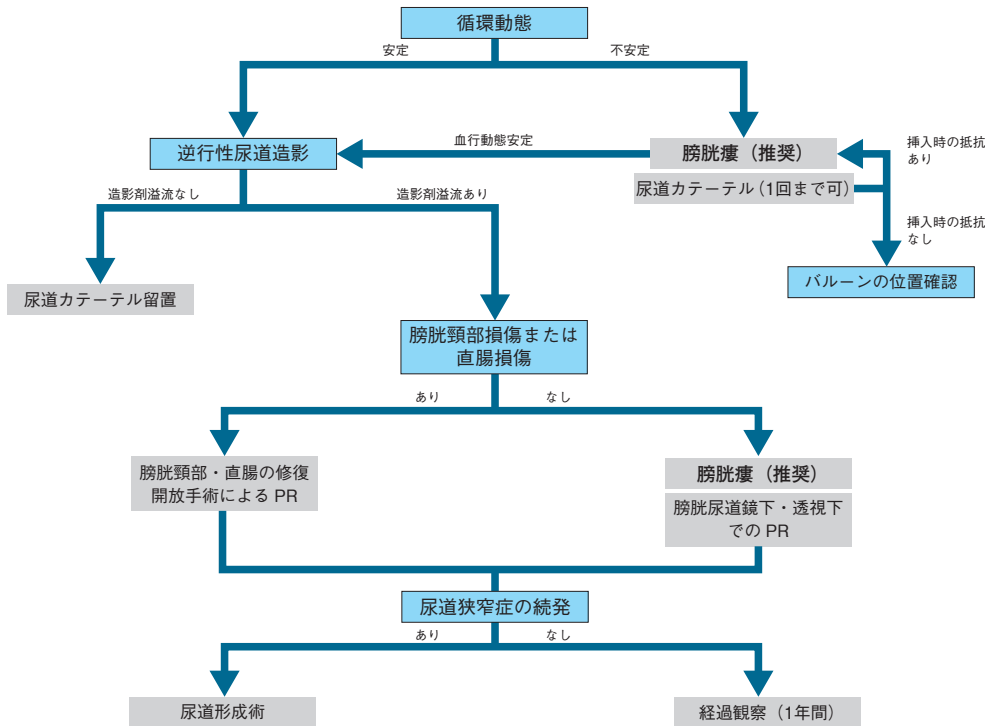
尿漏が Gerota 筋膜内に留まるものは U1，Gerota 筋膜を超えるものは U2 と表記する

# 尿管外傷の診療アルゴリズム

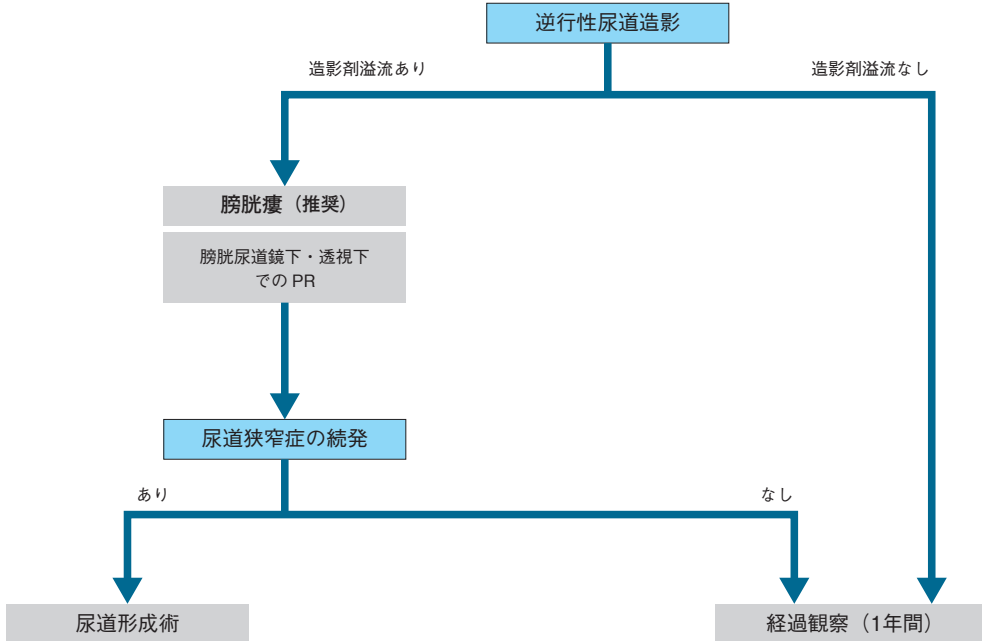


本アルゴリズムは典型的な症例を対象としており、非典型的な症例に関しては個別に最適な治療を考慮すべきである。

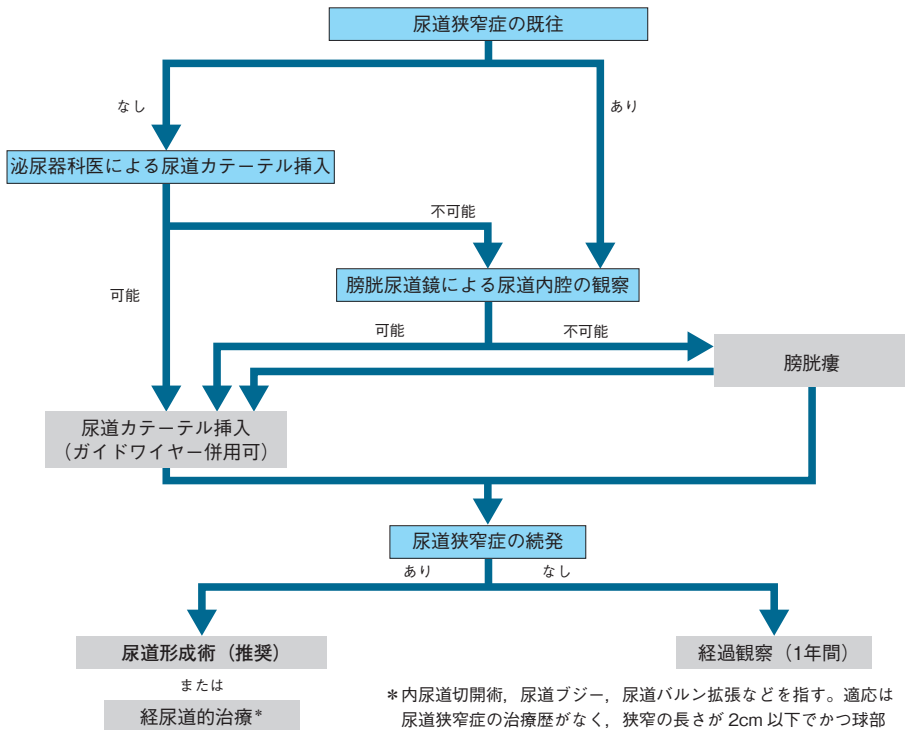
# 骨盤骨折に伴う尿道外傷の初期治療アルゴリズム



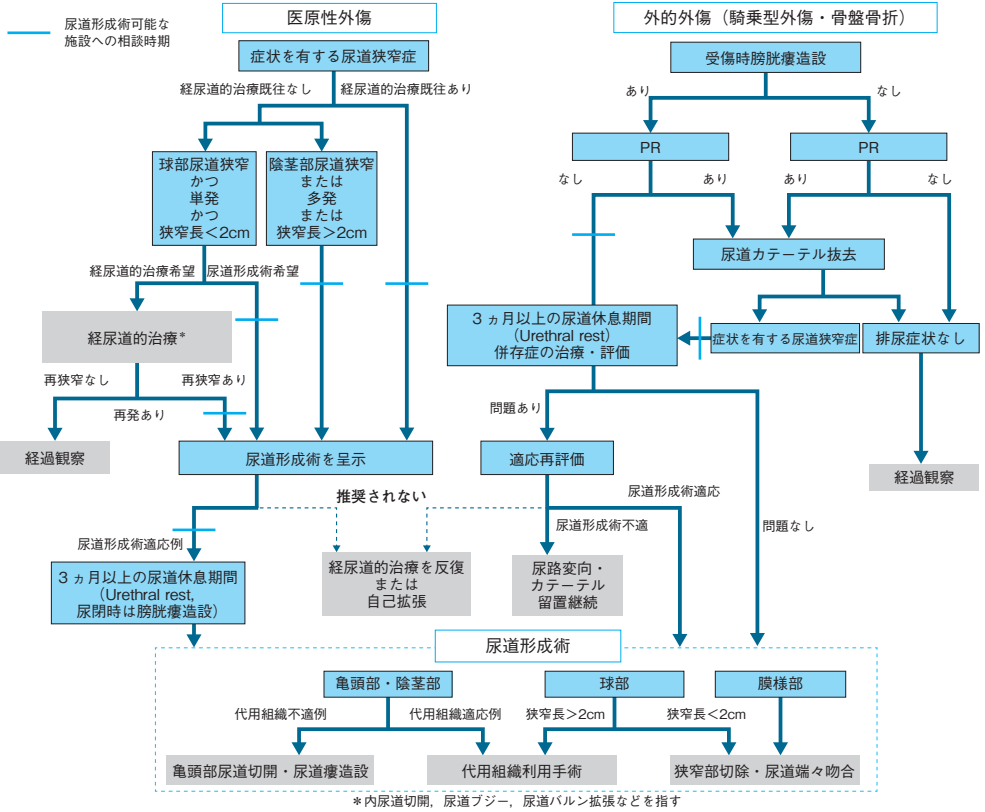
## 騎乗型尿道外傷の初期治療アルゴリズム



## 医原性尿道外傷の初期治療アルゴリズム



# 続発した尿道狭窄症に対する治療アルゴリズム



# I

---

## 腎尿管外傷



## CQ1 わが国における受傷機転の特徴は？

わが国における腎外傷の受傷機転は、交通外傷が最多であり、次いで転倒や転落、スポーツ外傷と続く。打撲による鈍的外傷がほとんどであり、刺創・切創・銃創などの穿通性外傷は全体の数パーセントと少ない。医原性腎外傷の頻度は1.8～15%で血管の損傷が最も多く、受傷機転としては経皮的腎瘻造設術、結石手術などの手技が多い。

### 解 説

わが国における腎外傷の報告は多くが単一施設からの報告である。施設の地理的環境、症例の対象年齢も影響するが、全年齢を対象とした多くの施設の報告によると、受傷機転は交通外傷が最も多く(29～75%)、次いで転倒・転落(11～53%)、スポーツ外傷(3～30%)、暴力(4～15%)と続く<sup>1～21)</sup>。小児では転倒・転落(15～53%)、スポーツや遊びによる外傷(18～43%)の報告が大人と比して少し多い<sup>22～24)</sup>。一方、欧米においては、成人腎外傷15論文および小児腎外傷5論文に基づくVoelzkeらのシステマティックレビューによると<sup>25)</sup>、成人の鈍的外傷では交通外傷(69%)、転落(14%)、スポーツ外傷(11%)、暴力(2%)と続き、小児の鈍的外傷では交通外傷(53%)、転落(27%)、スポーツ外傷(12%)、暴力(7%)であった。受傷原因の内訳については、わが国と大きな違いはない。交通外傷については、NTDBを用いた腎外傷3,846例の報告で、シートベルトおよびエアバッグの装着はAAST分類GradeⅢ～Ⅴの高度腎外傷および腎摘除術の割合を減少させたとの報告がある<sup>26)</sup>。わが国の墜落症例については、鈍的腎動脈損傷に対するステント治療成功例の報告があり、5例中4例(80%)の受傷機転が高所墜落であり、急激な減速損傷の特徴を示している<sup>27)</sup>。スポーツ外傷としてはわが国および海外から数々の報告がある。腎外傷をきたしやすいスポーツとして、スノーボード、スキー、自転車などが多いとされ、アメリカンフットボールのようなコンタクトスポーツは比較的少なく、小児においてコンタクトスポーツを制限する根拠はないとする報告が多い<sup>28～37)</sup>。わが国と米国では、打撲による鈍的外傷と刺創・銃創による穿通性外傷の割合が異なる。わが国のDPCデータベースを用いた腎外傷320例の検討によると、304例(95%)が鈍的外傷であり穿通性外傷は16例(5%)に留まった<sup>38)</sup>。一方、NTDBを用いた8,465例<sup>39)</sup>および9,002例<sup>40)</sup>の腎外傷データによると、穿通性外傷は19%でありわが国よりも多かった。米国では腎の穿通性外傷の大半が銃創によるものとの報告もあり<sup>41)</sup>、銃の普及具合がわが国と米国の受傷機転の違いに影響を与えている可能性がある。ちなみに上記のシステマティックレビューによると、成人の穿通性腎外傷は、

銃創 65%，刺創 35% の内訳であった<sup>25)</sup>。

医原性腎外傷が発生したら、ただちに認知して治療することが合併症や死亡の発生を最小限にする<sup>42)</sup>。医原性腎外傷をきたす受傷機転としてもっとも一般的な手技は、経皮的腎瘻造設術、経皮的腎砕石術、腹腔鏡あるいは開腹癌手術、そして腎移植である<sup>43)</sup>。その頻度は手技によって 1.8% から 15% と報告されており、もっとも多い損傷は血管損傷である<sup>42)</sup>。

#### …参考文献…

- 1) 中島洋介：腎外傷の病態と治療。医事新報 4441：60-64, 2009
- 2) 小林博仁，藤田和彦，今泉健太郎，水野太起，藤目真：当院における腎外傷の検討。泌紀 53：767-770, 2007
- 3) 倉繁拓志，小武家洋，水野全裕，西光雄：当院における腎外傷の臨床経験。香川労災病誌 11：33-38, 2005
- 4) 大江宏，井上亘，内藤泰行，他。最近 5 年間に経験した腎外傷例の検討。京都第二赤十字病医誌 25：52-61, 2004
- 5) 中津裕臣：【泌尿器科領域の緊急手術と緊急処置】腎外傷。臨泌 58：7-11, 2004
- 6) 藤本浩明，内藤雅晃，有本直樹，他：救急医療 腎外傷。長岡赤十字病医誌 14：9-12, 2001
- 7) 田中一匡，横田雅生，塩津智之，中村章一郎：腎外傷の臨床的検討。高知赤十字病医誌 6：21-23, 1998
- 8) 当麻美樹，鶴飼卓，太田宗夫：腎外傷の損傷形態と治療方法に関する検討。日外傷研会誌 5：224-234, 1991
- 9) 瀧野昌也，岡田芳明：鈍的外力による十二指腸損傷 特に右腎損傷との関連について。日外傷研会誌 3：271-275, 1989
- 10) 武繩淳，滝洋二，林正，日裏勝，龍治修，桐山畜夫：腎外傷 22 例の臨床的観察。泌紀 35：1305-1309, 1989
- 11) 赤枝輝明，永井敦，山根享：腎外傷の臨床的検討。津山中病医誌 1：51-55, 1987
- 12) 五島明彦，村井哲夫，福岡洋：鈍的腎外傷の臨床的観察。横浜医 38：637-643, 1987
- 13) 鈴木孝憲，稲葉繁樹，加藤宣雄，今井強一，山中英寿：腎外傷 103 例の臨床的観察。泌紀 31：223-229, 1985
- 14) 森下英夫，山本尊彦，佐藤昭太郎：泌尿器科外傷の臨床的検討 新潟大学泌尿器科入院患者統計（昭和 38 年 - 昭和 52 年）（第 3 報）。西日泌 42：979-983, 1980
- 15) 馬場克幸，矢島通孝，山川克典，他：腎外傷の臨床的統計。泌紀 47：159-162, 2001
- 16) 鈴木規之，森偉久夫，江越賢一，塩見興：腎外傷 42 症例の検討 画像診断による手術適応の検討。泌紀 41：965-968, 1995
- 17) 加瀬浩史，永島弘登志，渡辺徹，加藤幹雄，岡田耕市：非開放性腎損傷 62 例の臨床的検討。泌紀 41：855-859, 1995
- 18) 田中雅博，大園誠一郎，木村昇紀，他：腎外傷の臨床的検討。泌紀 40：975-980, 1994
- 19) 松田聖土，竹内敏規，栗山学，河田幸道：当院における腎外傷の解析。泌紀 36：115-120, 1990
- 20) Ichigi Y, Takaki N, Nakamura K, et al：Significance of hematoma size for evaluating the grade of blunt renal trauma. Int J Urol 6：502-508, 1999
- 21) Nakao S, Katayama Y, Hirayama A, et al：Trends and outcomes of blunt renal trauma management：a nationwide cohort study in Japan. World J Emerg Surg 15：50, 2020
- 22) 橋本貴彦，三井要造，上田康生，他：小児腎外傷 15 例の臨床的検討。日小児泌会誌 16：163-166, 2008
- 23) 米田文男，菅政治，辻村玄弘，他：小児腎外傷の臨床的検討。愛媛医学 10：179-182, 1991
- 24) 矢野常広，高松英夫，田原博幸，他：【小児外傷初期治療のポイント】小児の鈍的腹部外傷 - 初期診療を中心に。小児外科 37：177-180, 2005
- 25) Voelzke BB, Leddy L：The epidemiology of renal trauma. Transl Androl Urol 3：143-149,

2014

- 26) Bjurlin MA, Fantus RJ, Fantus RJ, Mellett MM, Villines DV : The impact of seat belts and airbags on high grade renal injuries and nephrectomy rate in motor vehicle collisions. *J Urol* 192 : 1131-1136, 2014
- 27) 岡田一郎, 霧生信明, 井上潤一, 他 : 鈍的腎動脈損傷に対する腎動脈ステントの有用性と安全性 不完全閉塞5例への使用経験. *日救急医学会誌* 25 : 9-15, 2014
- 28) 田村芳美, 大木亮, 富田健介, 大塚保宏, 野村昌史, 大木一成 : 利根中央病院における腎外傷症例の臨床的検討 スノーボード外傷を中心とした考察. *日外傷会誌* 30 : 297-303, 2016
- 29) 石坂克彦, 小林宣隆, 柴田均, 小林理, 中村学, 川村信之 : スノーボードによる腹部外傷. *手術* 55 : 2097-2103, 2001
- 30) 北村宏, 秋田倫幸, 古沢徳彦, 他 : 増加傾向にあるスキー, スノーボードによる腹部臓器損傷の特徴. *日腹部救急医学会誌* 23 : 713-718, 2003
- 31) Patel DP, Redshaw JD, Breyer BN, et al : High-grade renal injuries are often isolated in sports-related trauma. *Injury* 46 : 1245-1249, 2015
- 32) Lloyd GL, Slack S, McWilliams KL, Black A, Nicholson TM : Renal trauma from recreational accidents manifests different injury patterns than urban renal trauma. *J Urol* 188 : 163-168, 2012
- 33) Bjurlin MA, Zhao LC, Goble SM, Hollowell CM : Bicycle-related genitourinary injuries. *Urology* 78 : 1187-1190, 2011
- 34) Grinsell MM, Showalter S, Gordon KA, Norwood VF : Single kidney and sports participation : perception versus reality. *Pediatrics* 118 : 1019-1027, 2006
- 35) Psooy K : Sports and the solitary kidney : how to counsel parents. *Can J Urol* 13 : 3120-3126, 2006
- 36) Johnson B, Christensen C, Dirusso S, Choudhury M, Franco I : A need for reevaluation of sports participation recommendations for children with a solitary kidney. *J Urol* 174 : 686-689, 2005
- 37) Gerstenbluth RE, Spirnak JP, Elder JS : Sports participation and high grade renal injuries in children. *J Urol* 168 : 2575-2578, 2002
- 38) Sugihara T, Yasunaga H, Horiguchi H, et al : Management trends, angioembolization performance and multiorgan injury indicators of renal trauma from Japanese administrative claims database. *Int J Urol* 19 : 559-563, 2012
- 39) Wright JL, Nathens AB, Rivara FP, Wessells H : Renal and extrarenal predictors of nephrectomy from the national trauma data bank. *J Urol* 175 : 970-975, 2006
- 40) Hotaling JM, Wang J, Sorensen MD, et al : A national study of trauma level designation and renal trauma outcomes. *J Urol* 187 : 536-541, 2012
- 41) Kansas BT, Eddy MJ, Mydlo JH, Uzzo RG : Incidence and management of penetrating renal trauma in patients with multiorgan injury : extended experience at an inner city trauma center. *J Urol* 172 : 1355-1360, 2004
- 42) Kitrey ND, Djakovic N, Hallscheidt P, et al : EAU guidelines on urological trauma. [https://uroweb.org/guideline/urological-trauma/#4\\_1](https://uroweb.org/guideline/urological-trauma/#4_1) access on 2021.5.15
- 43) Summerton DJ, Kitrey ND, Lumen N, Serafetinidis E, Djakovic N, European Association of Urology : EAU guidelines on iatrogenic trauma. *Eur Urol* 62 : 628-639, 2012

## CQ2 腎外傷の診療の特徴と望ましい施設の要件は？

腎は後腹膜に位置し Gerota 筋膜に囲まれているため、鈍的外傷では大出血をきたして緊急手術になることは少ない。損傷が腎盂まで達すると尿溢流が発生し感染を併発することがある。治療法は画像診断の進歩や血管内治療手技の改善により、年々低侵襲治療になっている。

施設の要件としては腎外傷に対して TAE，尿溢流ドレナージ，腎摘除術などの手術だけでなく，頭部，胸部や腹部などの合併損傷に対しても緊急に対応できる体制が望ましい。

### 解説

腎は後腹膜に位置し Gerota 筋膜に囲まれているため、鈍的外力に起因する腎外傷でも大出血から緊急手術となることは少ないとされる<sup>1)</sup>。わが国の DPC データベースを用いた 1,505 例の腎外傷の検討では、手術となった症例は 69 例 (4.6%) と報告されている<sup>2)</sup>。最近の Nakao らによるわが国の 2004 年から 2018 年の JTDB を用いた鈍的腎外傷 3,550 例の研究によると、腎摘除術例は 136 例 (3.8%) であった<sup>3)</sup>。また NTDB を使用した研究<sup>4)</sup>でも、鈍的腎外傷 6,892 例中、腎摘除術 289 例 (4.2%)、腎縫合 39 例 (0.6%) と報告されている。一方、穿通性外傷 1,573 例では、腎摘除術 333 例 (21.2%)、腎縫合 237 例 (15.1%) と鈍的腎外傷に比べ手術例が多く、鈍的外傷と合わせると手術となった症例 10.6%、腎摘除術 7.3% となる。同様に NTDB を用いた 9,002 例の腎外傷データに基づく Hotaling らの報告<sup>5)</sup>では、手術となった症例 10.2%、腎摘除術 8.2% であり、わが国と比較して穿通性外傷の多い米国の方が手術例は多い。

腹部外傷救急の領域では、腎以外の実質臓器損傷、すなわち肝損傷あるいは脾損傷においても、過去数十年小児例そして成人例においても NOM が主流となってきた<sup>6)</sup>。したがって肝脾に比して腎外傷の手術例が著しく少ないわけではないが、Nance ら<sup>7)</sup>による NTDB を用いた 1,813 例の小児実質臓器単独損傷の解析で、手術率は脾 8.7%、肝 3.5%、腎 3.1% であった。また、Velmahos ら<sup>8)</sup>は全年代 206 例の鈍的実質臓器損傷の前向き研究で NOM の治療成績を示し、NOM の失敗率が脾は 34% であったが肝 17%、腎 18% であったことを示した。

このように脾あるいは肝損傷よりも腎損傷の手術例は比較的少なく、その理由として上述した後腹膜腔の解剖学的構造と Gerota 筋膜が弾性のある結合組織で、腎から出血していてもタンポナーデ効果で自然止血する<sup>9)</sup>からであろう。Fu ら<sup>10)</sup>は、造影 CT で腎出血のある鈍的腎外傷 26 例に血管造影検査を施行したが、Gerota 筋膜の

連続性の保たれている症例 14 例中 11 例は血管造影では造影剤の血管外漏出がなく自然止血されていたと報告している。一方、Gerota 筋膜が破綻すると、血腫は傍腎腔まで拡大し、循環動態は不安定となり TAE や手術などの何らかの止血処置が必要になる場合が多い<sup>10, 11)</sup>。

Colaco らは、腎外傷治療の傾向を最近 10 年の米国およびカナダの 747 のレベル I から V の外傷センターからの NTDB を用いて調査した結果、治療法は年々低侵襲治療になっていた。この傾向は、腎温存および合併症の減少に向かう好ましい変化であり、これらは画像診断の進歩による損傷グレード診断の向上や血管内治療手技の改善、さらには治療者側の安全第一の姿勢や保存的治療の価値の認識の高まりが多少とも影響していると結論づけた<sup>12)</sup>。

腎外傷が腎盂に達すると尿が腎外に溢流する。通常、尿は無菌であり感染を合併することは少ないが、重症の腎実質外傷を合併すると敗血症になることがある。Alsikafi らは、尿溢流を伴った 34 例の AAST 分類 Grade IV および V (JAST 分類 III 型および PV) の腎外傷に NOM を行い、3 例 (9%) のみが遷延する尿溢流のため尿管ステントを入れたが合併症なく全員退院したと報告している<sup>13)</sup>。Long らによれば、重症 (AAST 分類 Grade IV ; JAST 分類 PV) 腎外傷 99 例のうち 72 例に尿溢流があり、保存的治療を行い 27 例に尿管ステントを入れたが、そのうち 9 例は感染による敗血症が原因であった。また 11 例に手術を施行したが、5 例はやはり感染による敗血症が原因であったと報告している<sup>14)</sup>。

腎外傷では頭部、胸部、腹部の重篤な合併損傷を伴うことがあり、救急医や外科医などと共同で診療にあたらなければならないことが少なくない。外傷診療に対する診療体制が良好な場合は、腎摘除術は 20% 減少し、また、死亡のリスクは著明に減少するとされる<sup>5, 15)</sup>。このため、これらの合併損傷に迅速に対応できる診療体制が必要となる。

施設面では超音波検査、CT、MRI、血管造影装置、手術室などが緊急に使用可能であることが望ましく、そのためには医師を含めた要員確保がなされている必要がある。

腎外傷の治療は安静下に経過観察をする症例が 80% を占めることから分かるように、多くは保存的治療が可能である。しかし、尿溢流ドレナージが 8%、腎摘除術が 3.9 ~ 7%、TAE が 1 ~ 15.4%、腎裂傷縫合が 1%、腎部分切除術が 1%、腎動脈修復術が 1% に施行されていることからこれらへの対応が行えなければならない<sup>16, 17)</sup>。

出血に対しては、造影 CT により出血源の評価が可能であり、腎臓、肝臓、そして脾臓からの活動性の出血に対しては血圧が安定していれば TAE が選択肢となる。JAST 分類 III 度の腎損傷では TAE での対応が必要となることがあり、放射線科の協力が欠かせない<sup>18 ~ 21)</sup>。尿溢流に対しては緊急のドレナージが行える体制が必要となる<sup>1, 16)</sup>。

Shafi らは、米国の外傷センターで良いアウトカム (リスク調整死亡率が低い) の外傷センターは critical な手術的治療を積極的に行っていて、それゆえに合併症や死亡が少ないとの仮説を立て、NTDB に参加する 152 のレベル 1 とレベル 2 外傷セン

表1 転院のための病院間搬送に際して遵守すべきこと（文献25より引用）

1. 初期蘇生を行い、全身状態の安定化が図られていること
2. 自施設では行えない治療が必要との判断が存在すること
3. 搬送により紹介先の施設で最適な医療を受けることが期待され、外傷患者の転帰がよくなることが見込まれること
4. 医師または看護師が救急自動車などに同乗し、搬送時に起こり得る偶発症に対応できること
5. 紹介先の施設へ情報を事前に提供し、根本治療が行えるまでの時間を極力短縮すること

ター、および少なくとも1つの重度外傷（AIS  $\geq$  3）を有する成人患者（ $\geq$  16歳）を対象に、実質臓器損傷（脾、肝、腎）に対する手術的治療率が高死亡センター群（35施設）と低死亡センター群（37施設）との間で相違があるか比較検討を行った。その結果、低死亡センター群は仮説と異なり手術的治療の施行がより少ない傾向だったことから、より高いリスク調整死亡率を有する外傷センターは、実質臓器損傷に対する手術的治療の施行頻度が高い傾向があると結論づけた<sup>22)</sup>。

一方、小児外傷について次のような論文がある。GrimsbyらはNTDBに登録された小児腎外傷2,213症例の受傷機転、AAST Grade、治療施設、治療特性などを分析した<sup>23)</sup>。その結果、ほとんどの患児（94%）が5歳から18歳であり79%はGrade I、IIまたはIII、そして穿通性外傷は10%未満で、計122回の腎摘除術（5.5%）が実施されていたが、腎摘率は成人病院では6%に対して小児センターでは2%であった。すなわち小児腎外傷のほとんどは軽症で鈍の外傷が多く、5歳以上に発生し、ほとんどの症例が保存的に治療され、腎摘率は小児センターでは成人病院での3分の1であり、小児専門病院の方が臓器温存に優れている可能性があるとした。

また、SafaviらはNTDBを用いてATCとPTCにおける小児の実質臓器損傷治療の差を検討した。そしてレベルIとIIのATCまたはPTCで治療を受けた実質臓器単独損傷を有する18歳未満の6,799名の患児（脾2,375、肝2,867、腎1,557）を調査したところ、腎と肝の手術手技あるいはTAEの頻度に関しては有意な差異はなかったが、脾臓手術はPTCよりもATCで有意に多く、実質臓器損傷に対する手術的治療はATCでより多く行われていたと結論した<sup>24)</sup>。

合併損傷に対しても緊急対応が行える体制が必要となる。腹腔内出血により血圧が不安定な場合や、消化管の穿孔などに対しては緊急開腹術が、頭部外傷では緊急開頭術が行える体制が必要である。いつでも緊急にこれらに対応できる病院の体制が要求され、状況に応じて対応可能な医療機関への転送も必要となる。医師や医療スタッフの量と質、画像検査機器の能力、医療機材の整備状況など自施設の診療能力を把握しておき、対応能力に限界がある場合は適切な医療機関へ紹介する。病院間搬送にあたって守るべき注意点が外傷初期診療ガイドラインで示されている。なかでも時間が重要な因子であり、不必要な検査や処置で時間を浪費してはならないとされる<sup>25)</sup>（表1）。

一方、米国においては腎単独損傷の過大トリアージを調査し、患者の不必要な病院間移動に関連する要因を分析した報告もある<sup>26)</sup>。NTDBを用いて2007年から2014

年に一次施設からレベル I/II 外傷センターに移送された腎単独外傷 8,156 名を対象に調査したところ、半数以上 (53%) が AAST Grade I/II の軽症腎損傷であり二次的な過大トリアージは 3,005 名 (37%) であった。過大トリアージは腎単独損傷で一般的であり、不必要な転送を減らして、安全で費用対効果が高く効率的な医療を保証するために、疾患固有の転送ガイドラインが必要であると結論付けた。

#### …参考文献…

- 1) 篠島利明, 中島洋介, 北野光秀, 佐藤通洋, 吉井宏: 日本外傷学会腎損傷分類に基づいた鈍的腎外傷症例 115 例の検討. 日泌会誌 95 : 783-791, 2004
- 2) Sugihara T, Yasunaga H, Horiguchi H, et al : Management trends, angioembolization performance and multiorgan injury indicators of renal trauma from Japanese administrative claims database. Int J Urol 19 : 559-563, 2012
- 3) Nakao S, Katayama Y, Hirayama A, et al : Trends and outcomes of blunt renal trauma management : a nationwide cohort study in Japan. World J Emerg Surg 15 : 50, 2020
- 4) Wright JL, Nathens AB, Rivara FP, Wessells H : Renal and extrarenal predictors of nephrectomy from the national trauma data bank. J Urol 175 : 970-975, 2006
- 5) Hotaling JM, Wang J, Sorensen MD, et al : A national study of trauma level designation and renal trauma outcomes. J Urol 187 : 536-541, 2012
- 6) 関根和彦, 山崎元靖, 船曳知弘, 他 : 肝損傷の解剖学的特性からみた鈍的重症型肝損傷における非手術的治療. 日腹部救急医学会誌 31 : 637-641, 2011
- 7) Nance ML, Holmes JH 4<sup>th</sup>, Wiebe DJ : Timeline to operative intervention for solid organ injuries in children. J Trauma 61 : 1389-1392, 2006
- 8) Velmahos GC, Toutouzas KG, Radin R, Chan L, Demetriades D : Nonoperative treatment of blunt injury to solid abdominal organs : a prospective study. Arch Surg 138 : 844-851, 2003
- 9) 当麻美樹 : 腎損傷. 手術 63 : 323-332, 2009
- 10) Fu CY, Wu SC, Chen RJ, et al : Evaluation of need for angioembolization in blunt renal injury : discontinuity of Gerota's fascia has an increased probability of requiring angioembolization. Am J Surg 199 : 154-159, 2010
- 11) Hagiwara A, Sakaki S, Goto H, et al : The role of interventional radiology in the management of blunt renal injury : a practical protocol. J. Trauma 51 : 526-531, 2001
- 12) Colaco M, Navarrete RA, MacDonald SM, Stitzel JD, Terlecki RP : Nationwide procedural trends for renal trauma management. Ann Surg 269 : 367-369, 2019
- 13) Alsikafi NF, McAninch JW, Elliott SP, Garcia M : Nonoperative management outcomes of isolated urinary extravasation following renal lacerations due to external trauma. J Urol 176 : 2494-2497, 2006
- 14) Long JA, Fiard G, Descotes JL, et al : High-grade renal injury : non-operative management of urinary extravasation and prediction of long-term outcomes. BJU Int 111 : E249-255, 2013
- 15) Vanni AJ, Hotaling J, Hamlat C, Jurkovich GJ, Voelzke BB : Do inclusive trauma systems improve outcomes after renal trauma? J Trauma Acute Care Surg 72 : 385-389, 2012
- 16) 田村芳美, 小屋智子, 西井昌弘, 郡隆之, 宮澤慶行, 佐々木靖 : 尿溢流に対し経皮的ドレナージで治療することができた III 型鈍的腎外傷の 1 例. 泌紀 56 : 439-442, 2010
- 17) 小林博仁, 藤田和彦, 今泉健太郎, 水野太起, 藤目真 : 当院における腎外傷の検討. 泌紀 53 : 767-770, 2007
- 18) 竹島徹平, 南村和宏, 滝沢明利, 他 : TAE にて救命しえたが腎摘出に至った III b 型外傷性腎損傷の 1 例. 泌外 26 : 217-220, 2013
- 19) 佐藤友紀, 川崎芳英, 加藤慎之介 : 鈍的腎外傷の保存療法中に出現した腎動静脈瘻に対し動脈塞栓が奏効した 1 例. 日農村医学会誌 61 : 118-123, 2012
- 20) 柳雅人, 西村泰司, 近藤幸尋, 他 : 地方医療における深在性腎損傷に対する経カテーテル的動

- 脈塞栓術の役割 救急外来を受診し死亡した外傷症例 58 例の検討. 西日泌 72 : 429-435, 2010
- 21) 高尾智也, 後藤隆文, 青山興司, 向井敬:【症例から学ぶ小児救急疾患 外傷】外傷性腎損傷 (Ⅲb 型) に対する IVR. 小児外科 41 : 612-615, 2009
  - 22) Shafi S, Parks J, Ahn C, Gentilello LM, Nathens AB : More operations, more deaths? Relationship between operative intervention rates and risk-adjusted mortality at trauma centers. J Trauma 69 : 70-77, 2010
  - 23) Grimsby GM, Voelzke B, Hotaling J, Sorensen MD, Koyle M, Jacobs MA : Demographics of pediatric renal trauma. J Urol 192 : 1498-1502, 2014
  - 24) Safavi A, Skarsgard ED, Rhee P, et al : Trauma center variation in the management of pediatric patients with blunt abdominal solid organ injury : a national trauma data bank analysis. J Pediatr Surg 51 : 499-502, 2016
  - 25) 外傷初期診療ガイドライン JATEC. 改訂第 6 版. 第 22 章 病院間搬送. pp274. へるす出版, 東京, 2021
  - 26) Hagedorn JC, Quistberg DA, Arbabi S, Wessells H, Vavilala MS : Factors associated with secondary overtriage in renal trauma. Urology 130 : 175-180, 2019



### CQ3 腎外傷の頻度と程度は？

わが国の腎外傷の発生頻度は、10万人年あたり2.06件と推定される。男性が72～74.2%を占め、年齢の中央値は41～43歳。腎被膜下損傷が48%、表在性損傷が21%、深在性損傷が25%、腎莖部損傷が6%程度を占める。小児では重度腎外傷の割合が多い。青少年のスポーツによる腎外傷は100万人年あたり6.9件発生し、コンタクトスポーツよりもスキーやスノーボード、サイクリングがハイリスクとされる。

#### 解 説

腎外傷を網羅的に登録しているデータベースは存在しない。わが国のDPCデータベースに登録されていた腎外傷入院1,505件の解析によると、男性が72%を占め、年齢の中央値は41歳であった<sup>1)</sup>。Nakaoらによるわが国の2004年から2018年のJTDBを用いた鈍的腎外傷3,550例の研究によると、男性が74.2%を占め、年齢の中央値は43歳だった<sup>2)</sup>。参考までに海外の腎外傷に関するシステマティックレビューおよびメタアナリシスによると、性別は32,918例で記録されており、男性が75.3%、平均年齢33歳であった<sup>3)</sup>。わが国の2006～2008年における腎外傷の発生頻度は、10万人年あたり2.06件(95%信頼区間、1.95～2.16)発生していると推定され、腎のみの損傷が57%、合併損傷が腹部の肝臓・脾臓にとどまる症例が11%、さらに広範囲に合併損傷を有する症例が32%と報告されている<sup>1)</sup>。

腎外傷の程度については、単独もしくは少数の施設からの症例報告にとどまっている。過去の報告を統合すると、腎被膜下損傷が48%、表在性損傷が21%、深在性損傷が25%、腎莖部損傷が6%程度を占める<sup>4～13)</sup>(おのおの、日本外傷学会腎損傷分類2008年版のI型、II型、III型、PVに相当)。分類が異なるのでこれらには含めていないが、前述したNakaoらによるわが国のJTDBを用いた鈍的腎外傷3,550例は、AAST分類を用いて検討されており、Grade Iの腎被膜下損傷が40%、表在性損傷のGrade IIが10%、Grade IIIが29%、深在性損傷もしくは腎莖部血管損傷のGrade IVが17%、Grade Vが4%程度を占めた<sup>2)</sup>。一方、米国の2002年から2007年のNTDBによると、鈍的および穿通性腎外傷7,310例のうち、Grade I 30%、Grade II 30%、Grade IIIが19%、Grade IV 15%、Grade V 6%程度を占め、腎外傷の程度に関しては、おおむねわが国と目立った違いは認められない<sup>14)</sup>。

一般的に、小児はさまざまな解剖学的理由から鈍的腎外傷を受けやすいと考えられ<sup>15)</sup>、成人より腎外傷が悪化しやすいとされている。鈍的腎外傷の症例において、米国の高度の外傷センターを受診する小児は成人よりもAAST分類Grade IV以上の

重症患者の比率が高いことが報告されている<sup>16)</sup>。Redmondらは1～16歳の小児53例の保存的治療の可能性を検討したが、AAST分類による腎外傷の程度はGrade III 37.8%、Grade IV 49%、Grade V 13.2%であり、前述の全年齢のデータと比較して重症外傷の割合が多い<sup>17)</sup>。わが国でも症例数が少ないので参考程度となるが、0～17歳の小児腎外傷15例のうち腎茎部損傷は認めなかったが深在性損傷が7例、47%であり、成人例を含めた全年齢に比べて重症例の比率が高い<sup>18)</sup>。また、NTDBを用いた自動車事故後の鈍的腎外傷の分析によると、21歳未満の小児は30歳から50歳の成人と比較して腎外傷のリスクが48%高く、また重症外傷のリスクは33%高く、自動車事故後の小児の鈍的腎外傷は成人よりも一般的で重症腎外傷のリスクは小児で約50%高くなるとした<sup>15)</sup>。

反対に小児腎外傷のほとんどは軽症であるという報告もある<sup>19)</sup>。GrimsbyらはNTDBに登録された2,213例の小児腎外傷の特性を分析したところ、79%はAAST Grade I～IIIであり、穿通性腎外傷は10%未満で鈍的腎外傷が多く、ほとんどの症例が保存的に治療され腎摘除術の割合は5.5%で成人の1/3であった。

青少年のスポーツによる腎外傷リスクについては、米国からいくつか報告がある。米国のハイスクール（日本の中学3年生から高校3年生にあたる）におけるスポーツ外傷の調査によれば、1995年度から1997年度に行われたのべ440万人のスポーツイベントのなかで、外傷は23,666件発生し、うち腎外傷は18件と非常に稀で、いずれも手術を要するものはなかったと報告されている<sup>20)</sup>。アメリカンフットボールが12例、サッカーが3例、バスケットボールが2例、野球が1例であった。別の研究では、腹部外傷はチームスポーツあるいは個人のコンタクトスポーツの青少年では稀で、チームスポーツではサッカーに最も多くの腎外傷を認めたが、腎摘除術にいたる外傷はなかった<sup>21)</sup>。また、スポーツ関連の鈍的腎外傷は、他臓器合併損傷なしで腎単独外傷の可能性が高く、非スポーツ群と比べて重症度は低く輸血率、死亡率も低かったとの報告もある<sup>22)</sup>。

別の文献調査によれば、青少年のスポーツ由来の腎外傷イベントは100万人年あたり6.9件と報告されている<sup>23)</sup>。このうち、腎喪失に繋がる重大な腎外傷イベントは0.4件程度であり、スキー、サイクリング、乗馬などがハイリスクスポーツとして報告されている。アメリカンフットボールはコンタクトスポーツであるが、腎喪失に繋がる重大な腎外傷はスキーやサイクリングの1/3以下とされている<sup>23,24)</sup>。スノーボードの腎外傷リスクについてはスキーと同等、もしくはよりハイリスクとする報告が米国から出されており、ともに受傷患者は男性に多く、スキーヤーの70%、スノーボーダーの87.6%であった<sup>25)</sup>。わが国でもスノーボードによる腹部臓器損傷では腎外傷の割合が高く、また重症腎外傷をきたしやすいとする報告がある<sup>26,27)</sup>。

スポーツ関連としてNTDBを用いたサイクリング関連の泌尿器外傷の研究もあり、サイクリング外傷の2%が泌尿器外傷で、そのうち腎外傷が75%と最多であった<sup>28)</sup>。また、2つのレベルI外傷センターからの解析では、小児（5～15歳）においてはサイクリングが最もAAST Grade IVおよびVの重症腎外傷に関連しており、特に単腎

の小児のスポーツ参加に関しては他のコンタクトスポーツよりもサイクリングに注意すべきだとしている<sup>29)</sup>。

…参考文献…

- 1) Sugihara T, Yasunaga H, Horiguchi H, et al : Management trends, angioembolization performance and multiorgan injury indicators of renal trauma from Japanese administrative claims database. *Int J Urol* 19 : 559-563, 2012
- 2) Nakao S, Katayama Y, Hirayama A, et al : Trends and outcomes of blunt renal trauma management : a nationwide cohort study in Japan. *World J Emerg Surg* 15 : 50, 2020
- 3) Petrone P, Perez-Calvo J, Brathwaite CEM, Islam S, Joseph DK : Traumatic kidney injuries : A systematic review and meta-analysis. *Int J Surg* 74 : 13-21, 2020
- 4) 中島洋介 : 腎外傷の病態と治療. *医事新報* 4441 : 60-64, 2009
- 5) Nishizawa S, Mori T, Shintani Y, Kohjimoto Y, Inagaki T, Hara I : Applicability of blunt renal trauma classification of Japanese Association for the Surgery of Trauma (JAST). *Int J Urol* 16 : 862-867, 2009
- 6) 新垣義孝, 宮内孝治, 松浦謙二, ぐし宮城正典, 本竹秀光 : 腎外傷 559 例の治療方針の検討 II 型 III 型を中心に. *日外傷会誌* 22 : 81-88, 2008
- 7) 小林博仁, 藤田和彦, 今泉健太郎, 水野太起, 藤目真 : 当院における腎外傷の検討. *泌紀* 53 : 767-770, 2007
- 8) 篠島利明, 中島洋介, 北野光秀, 佐藤通洋, 吉井宏 : 日本外傷学会腎損傷分類に基づいた鈍的腎外傷症例 115 例の検討. *日泌会誌* 95 : 783-791, 2004
- 9) 高松公晴, 中島洋介, 石田勝, 他 : 日本外傷学会腎損傷分類 2008 (JAST 分類 2008) に基づいた鈍的腎外傷 207 例の初期治療選択因子の検討. *日泌会誌* 107 : 13-20, 2016
- 10) 柳雅人, 近藤幸尋, 遠藤勇氣, 他 : 深在性腎損傷に対する経カテーテル動脈塞栓術の役割. *日泌会誌* 104 : 688-696, 2013
- 11) 木戸雅人, 一杉正仁, 高津光洋 : 腎損傷剖検例の検討. *日職災医学会誌* 49 : 47-51, 2001
- 12) 小竹忠, 三浦尚人, 植田健, 他 : 腎外傷の臨床的検討. *日腎会誌* 33 : 1025-1029, 1991
- 13) 黒子幸一, 山越昌成, 田中宏樹, 他 : 腎外傷の臨床的統計. *泌外* 2 : 1057-1060, 1989
- 14) Hotaling JM, Wang J, Sorensen MD, et al : A national study of trauma level designation and renal trauma outcomes. *J Urol* 187 : 536-541, 2012
- 15) Kurtz MP, Eswara JR, Vetter JM, Nelson CP, Brandes SB : Blunt Abdominal Trauma from Motor Vehicle Collisions from 2007 to 2011 : Renal Injury Probability and Severity in Children versus Adults. *J Urol* 197 : 906-910, 2017
- 16) Brown SL, Elder JS, Spirnak JP : Are pediatric patients more susceptible to major renal injury from blunt trauma? A comparative study. *J Urol* 160 : 138-140, 1998
- 17) Redmond EJ, Kiddoo DA, Metcalfe PD : Contemporary management of pediatric high grade renal trauma : 10 year experience at a level 1 trauma centre. *J Pediatr Urol* 16 : 656.e1-656.e5, 2020
- 18) 橋本貴彦, 三井要造, 上田康生, 他 : 小児腎外傷 15 例の臨床的検討. *日小児泌会誌* 16 : 163-166, 2008
- 19) Grimsby GM, Voelzke B, Hotaling J, Sorensen MD, Koyle M, Jacobs MA : Demographics of pediatric renal trauma. *J Urol* 192 : 1498-1502, 2014
- 20) Grinsell MM, Butz K, Gurka MJ, Gurka KK, Norwood V : Sport-related kidney injury among high school athletes. *Pediatrics* 130 : e40-45, 2012
- 21) Wan J, Corvino TF, Greenfield SP, DiScala C : Kidney and testicle injuries in team and individual sports : data from the national pediatric trauma registry. *J Urol* 170 : 1528-1530, 2003
- 22) Patel DP, Redshaw JD, Breyer BN, et al : High-grade renal injuries are often isolated in sports-related trauma. *Injury* 46 : 1245-1249, 2015
- 23) Grinsell MM, Showalter S, Gordon KA, Norwood VF : Single kidney and sports participa-

- tion : perception versus reality. *Pediatrics* 118 : 1019-1027, 2006
- 24) Johnson B, Christensen C, Dirusso S, Choudhury M, Franco I : A need for reevaluation of sports participation recommendations for children with a solitary kidney. *J Urol* 174 : 686-689, 2005
  - 25) Wasden CC, McIntosh SE, Keith DS, McCowan C : An analysis of skiing and snowboarding injuries on Utah slopes. *J Trauma* 67 : 1022-1026, 2009
  - 26) 石坂克彦, 小林宣隆, 柴田均, 小林理, 中村学, 川村信之 : スノーボードによる腹部外傷. *手術* 55 : 2097-2103, 2001
  - 27) 田村芳美, 大木亮, 富田健介, 大塚保宏, 野村昌史, 大木一成 : 利根中央病院における腎外傷症例の臨床的検討 スノーボード外傷を中心とした考察. *日外傷会誌* 30 : 297-303, 2016
  - 28) Bjurlin MA, Zhao LC, Goble SM, Hollowell CM : Bicycle-related genitourinary injuries. *Urology* 78 : 1187-1190, 2011
  - 29) Gerstenbluth RE, Spirnak JP, Elder JS : Sports participation and high grade renal injuries in children. *J Urol* 168 : 2575-2578, 2002

## CQ4 腎外傷における他臓器合併損傷の頻度と程度は？

腎外傷の26～91%には他臓器の合併損傷が存在する。肝損傷，脾損傷，頭部外傷，胸部外傷，骨盤骨折や四肢の骨折がある。スポーツ外傷は腎単独損傷が多く，他臓器合併損傷は少ない。腎外傷が死因となるのは稀であり，頭部外傷，胸部外傷，腹部外傷や骨盤骨折などの合併損傷が死因となることがあり，他科との連携が重要である。

### 解説

わが国の腎外傷は鈍的外傷の報告がほとんどであり，交通事故，墜落転落，打撲など大きな外力によって引き起こされることが多いため合併損傷を伴っていることが多く，その頻度は26～91%と幅広く報告されている<sup>1～12)</sup>。臓器別の合併損傷の頻度は肝損傷5～36%，脾損傷1～19%，頭部外傷3～38%，胸部外傷8～65%，腹腔内臓器損傷16～55%，骨盤骨折8～39%，および四肢の骨折14～59%となっている<sup>1～12)</sup>。海外では鈍的腎外傷で80～86%<sup>13, 14)</sup>，AAST分類GradeIV，Vの重症鈍的腎外傷に限れば60%<sup>15)</sup>，GradeVで93%と高い報告がある<sup>16)</sup>。小児の鈍的腎外傷においても44～67%の合併損傷の報告がある<sup>17～20)</sup>。穿通性外傷の検討では腹部の合併臓器損傷が多く頻度は71～81%で，肝損傷，脾損傷の割合が多かった<sup>21～24)</sup>。

**CQ3**でスポーツ外傷の頻度についての記載があるが，スポーツ外傷と非スポーツ外傷における合併臓器損傷の検討も報告されており，PatelらによればレベルI外傷センターにおけるGradeⅢ～Vの重症鈍的腎外傷320例のデータから，スキー，スノーボード，コンタクトスポーツなどのスポーツ外傷は，非スポーツ外傷に比して腎単独損傷が多く（69%対39%， $p < 0.001$ ），他の合併臓器損傷は少なかったという<sup>25)</sup>。

大橋らは腎外傷114例のうち腎外傷そのものが死因となったのは腎莖部損傷1例のみであり，他の10例は他臓器外傷によるものと報告している<sup>1)</sup>。腎外傷が直接死因となることは稀であり，他の多くの報告でも腎外傷そのものが死因となった例はなかったとしている<sup>3～5, 7, 8, 10)</sup>。腎外傷を含む多発外傷において死因となるのは，多くが頭部外傷，胸部外傷，腹部外傷（肝破裂，直腸損傷，膀胱損傷など），骨盤骨折などであり，生命の予後を左右する重要臓器の合併損傷を確実に診断して対応することが重要となってくる。腎外傷の重症度と合併損傷の合併率および重症度とは必ずしも相関せず，生命予後は合併損傷の程度に大きく影響される<sup>1, 8, 10)</sup>。そして，他科の医師，看護師，メディカルスタッフと協働，連携して診療にあたるチーム医療が極めて重要である<sup>7, 26)</sup>。

生命を脅かす重要な合併損傷を見逃さないためにも，外傷患者の搬入時には

Primary survey を行うことが求められる。Primary survey とは A (Airway) : 気道評価・確保と頸椎保護, B (Breathing) : 呼吸評価と致命的な胸部外傷の処置, C (Circulation) : 循環評価および蘇生と止血, D (Dysfunction of CNS) : 生命を脅かす中枢神経障害の評価, そして E (Exposure and environmental control) : 脱衣と体温管理を行うことである。腎外傷が疑われた症例においても生理学的徴候の安定を目指した Primary survey による診察・治療手順を行うべきである。Primary survey で蘇生が必要となる主たる致命的な損傷・病態として, 心タンポナーデ, 気道閉塞, フレイルチェスト, 緊張性気胸, 開放性気胸, 大量血胸, 腹腔内出血, 後腹膜出血・骨盤骨折, 脳ヘルニアをきたす頭蓋内占拠性病変, 低体温がある<sup>26)</sup>。

#### …参考文献…

- 1) 大橋伸生, 山田智二, 山崎秀博, 他: 腎外傷の治療. 泌外 2 : 881-887, 1989
- 2) 星野英章: 腎外傷の治療 83 自験例の検討. 泌外 2 : 861-865, 1989
- 3) 大山力, 中川晴夫, 田口勝行, 他: 腎外傷の保存的治療に関する検討. 泌外 10 : 767-770, 1997
- 4) 飯山達雄, 阪倉直樹, 山崎一郎, 山本志雄, 北村龍彦, 井上啓史: 腎外傷の臨床的検討 損傷程度・合併症による治療方針の決定. 西日泌 61 : 564-568, 1999
- 5) 馬場克幸, 矢島通孝, 山川克典, 他: 腎外傷の臨床的統計. 泌紀 47 : 159-162, 2001
- 6) 高松公晴, 中島洋介, 石田勝, 他: 日本外傷学会腎損傷分類 2008 (JAST 分類 2008) に基づいた鈍的腎外傷 207 例の初期治療選択因子の検討. 日泌会誌 107 : 13-20, 2016
- 7) 柳雅人, 近藤幸尋, 遠藤勇気, 他: 深在性腎損傷に対する経カテーテル動脈塞栓術の役割. 日泌会誌 104 : 688-696, 2013
- 8) 新垣義孝, 宮内孝治, 松浦謙二, ぐし宮城正典, 本竹秀光: 腎外傷 559 例の治療方針の検討 II 型 III 型を中心に. 日外傷会誌 22 : 81-88, 2008
- 9) 黒子幸一, 山越昌成, 田中宏樹, 他: 腎外傷の臨床的統計. 泌外 2 : 1057-1060, 1989
- 10) 当麻美樹, 鶴飼卓, 太田宗夫: 腎外傷の損傷形態と治療方法に関する検討. 日外傷研会誌 5 : 224-234, 1991
- 11) 矢嶋息吹, 近藤正幸, 近藤正博: 腎外傷 81 例の経験. 西日泌 47 : 69-76, 1985
- 12) Nakao S, Katayama Y, Hirayama A, et al : Trends and outcomes of blunt renal trauma management : a nationwide cohort study in Japan. World J Emerg Surg 15 : 50, 2020
- 13) Bariol SV, Stewart GD, Smith RD, McKeown DW, Tolley DA : An analysis of urinary tract trauma in Scotland : impact on management and resource needs. Surgeon 3 : 27-30, 2005
- 14) Baverstock R, Simons R, McLoughlin M : Severe blunt renal trauma : a 7-year retrospective review from a provincial trauma centre. Can J Urol 8 : 1372-1376, 2001
- 15) Elashry OM, Dessouky BA : Conservative Management of Major Blunt Renal Trauma with Extravasation : A Viable Option? Eur J Trauma Emerg Surg 35 : 115-123, 2009
- 16) Lanchon C, Fiard G, Arnoux V, et al : High Grade Blunt Renal Trauma : Predictors of Surgery and Long-Term Outcomes of Conservative Management. A Prospective Single Center Study. J Urol 195 : 106-111, 2016
- 17) Buckley JC, McAninch JW : Pediatric renal injuries : management guidelines from a 25-year experience. J Urol 172 : 687-690, 2004
- 18) Perez-Brayfield MR, Gatti JM, Smith EA, Broecker B, Massad C : Blunt traumatic hematuria in children. Is a simplified algorithm justified? J Urol 167 : 2543-2546, 2002
- 19) Eeg KR, Khoury AE, Halachmi S, et al : Single center experience with application of the ALARA concept to serial imaging studies after blunt renal trauma in children—is ultrasound enough? J Urol 181 : 1834-1840, 2009
- 20) Ishida Y, Tyroch AH, Emami N, McLean SF : Characteristics and Management of Blunt Renal Injury in Children. J Emerg Trauma Shock 10 : 140-145, 2017

- 21) Navsaria PH, Nicol AJ : Selective nonoperative management of kidney gunshot injuries. *World J Surg* 33 : 553-557, 2009
- 22) Kansas BT, Eddy MJ, Mydlo JH, Uzzo RG : Incidence and management of penetrating renal trauma in patients with multiorgan injury : extended experience at an inner city trauma center. *J Urol* 172 : 1355-1360, 2004
- 23) Wessells H, McAninch JW, Meyer A, Bruce J : Criteria for nonoperative treatment of significant penetrating renal lacerations. *J Urol* 157 : 24-27, 1997
- 24) El Hechi MW, Nederpelt C, Kongkaewpaisan N, et al : Contemporary management of penetrating renal trauma - A national analysis. *Injury* 51 : 32-38, 2020
- 25) Patel DP, Redshaw JD, Breyer BN, et al : High-grade renal injuries are often isolated in sports-related trauma. *Injury* 46 : 1245-1249, 2015
- 26) 日本外傷学会, 日本救急医学会監 : 外傷初期診療ガイドライン : JATEC. 改訂第6版. へるす出版, 東京, 2021

## CQ5

腎外傷の損傷分類にはどのようなものがあるか？  
その有用性や問題点は？

腎外傷の損傷分類として、わが国では JAST 分類が主に用いられ、一方欧米では AAST 分類が主に使用されている。両者ともに、治療成績と相関することが示されており、治療方針の決定の際にも一定の有用性と妥当性が評価されている。JAST 分類は 2008 年に、AAST 分類は 2018 年に改訂されたので、その有用性に関してはさらなる検証が必要である。

## 解 説

腎外傷の損傷分類として、わが国では JAST 分類が主に用いられている (表 1)<sup>1, 2)</sup>。一方欧米では、AAST 分類<sup>3)</sup> が主に使用されている (表 2)。小児においては確立した分類法はなく、一般に上記の分類法が用いられているのが現状である<sup>4~6)</sup>。

1997 年に作成された JAST 分類 (以下、JAST 分類 1997) は、損傷形態により重症度を I~IV 型に分け、さらに血腫と尿漏の広がりや付記した点が特徴である<sup>2, 7)</sup>。JAST 分類 1997 の妥当性を評価した前向き研究は認めず、後ろ向き研究のみを認める。篠島らは腎外傷患者 115 人を対象とした後ろ向き研究で、腎摘除術の有無を評価項目とした際の、実質損傷の重症度、血腫ならびに尿漏の相関性を検討した結果、実質損傷の重症度のみが独立した予後予測因子であったと報告している<sup>8)</sup>。金子らは JAST 分類 1997 は有用ではあるが、重症度分類なのか形態診断学的分類なのか、その目的を明確にして目的に合った検査法や診断法を明記して分類を再考する余地があると指摘している<sup>9)</sup>。その他の報告でも JAST 分類 1997 は、腎の損傷程度を反映し、治療成績とも相関するため有用性があるとの意見を認めるが<sup>10~12)</sup> エビデンスの蓄積は十分ではない。

2008 年に改訂された JAST 分類 (以下、JAST 分類 2008) は、腎を含む実質臓器全体で I~III の 3 型分類に統一されており、JAST 分類 1997 での IV 型は削除され、腎茎部血管損傷は、appendix に記載されることになった。その後 JAST 分類 2008 を用いた治療成績の報告はいくつか認めるが<sup>13~16)</sup>、その妥当性に関する検討は限られている。Nishizawa らは腎外傷患者 70 人を対象とした後ろ向き研究で、腎摘除術に至る予測因子として腎損傷の程度と血腫の程度が有用である可能性を示唆している<sup>13)</sup>。また、高松らによる鈍的腎外傷 207 例を用いた後ろ向き研究においても、腎摘除術や TAE の初期治療選択に JAST 分類 2008 の損傷型分類と血腫因子の評価は有用であった<sup>15)</sup>。しかし腎茎部血管損傷を分類項目から外したことで AAST 分類との整合性は低下し、また腎の転帰を反映するかという点においてもコンセンサスが得られておらず、その有用性については今後のエビデンスの蓄積とさらなる検証が待た



表1 JAST 分類 (文献 1, 2 より引用改変)

腎損傷分類 1997	腎損傷分類 2008
I 型 腎被膜下損傷 subcapsular injury a. 挫傷 Contusion b. 被膜下血腫 Subcapsular hematoma c. 実質内血腫 Parenchymal hematoma	I 型 被膜下損傷 subcapsular injury a. 被膜下血腫 subcapsular hematoma b. 実質内血腫 intraparenchymal hematoma
II 型 腎表在性損傷 Superficial injury 表在性裂傷 Superficial laceration	II 型 表在性損傷 superficial injury
III 型 腎深在性損傷 Deep injury a. 深在性裂傷 Deep laceration b. 離断 Transection c. 粉碎 Fragmentation	III 型 深在性損傷 deep injury a. 単純深在性損傷 simple deep injury b. 複雑深在性損傷 complex deep injury
IV 型 腎茎部血管損傷 Pedicle injury a. 腎動脈閉塞 Renal artery occlusion b. 茎部動静脈損傷 Avulsion or disruption of renal pedicle vasculature	
Appendix 1: 腎周辺への血腫の拡がりを付記する (H1): 腎周囲腔の血腫 Perirenal hematoma (H2): 傍腎腔の血腫 Pararenal hematoma (H3): Contralateral pararenal type あるいは central type の血腫 Extended hematoma Appendix 2: 腎周辺への尿漏の拡がりを付記する (U1): (H1) と同様の尿漏 Perirenal extravasated urine (U2): (H2) と同様の尿漏 Pararenal extravasated urine (U3): (H3) と同様の尿漏 Extended extravasated urine	[Appendix] 腎茎部血管損傷 (pedicle vessel) は PV として表記する 血腫の拡がりが Gerota 筋膜内に留まるものは H1, Gerota 筋膜を超えるものは H2 と表記する 尿漏が Gerota 筋膜内に留まるものは U1, Gerota 筋膜を超えるものは U2 と表記する

れる。

1989年に作成された AAST 分類 (以下, AAST 分類 1989) は, 損傷形態により重症度が I ~ V の 5 型に分類される (表 2)。同一損傷腎にその損傷 Grade が多発したときは 1Grade アップと定められ, Grade の評価は剖検所見, 開腹手術所見あるいは画像診断所見に基づくとされる<sup>3)</sup>。この分類の特徴は, 裂傷のサイズと腎門部への近接度に応じて腎損傷を分類していることである<sup>17)</sup>。本分類に関して治療成績との相関に関する多くの後ろ向き研究が認められ, その有用性に関しては一定のコンセンサスが得られているが<sup>18~33)</sup>, 同じ型分類のなかでも異なる治療法が存在する場合がある。Figler らは, 腎門部血管損傷あるいは腎周囲血腫径, 造影剤血管外溢流, および内方型の複雑性裂傷をハイリスク基準に設定した後ろ向き研究から, AAST 分類 1989 の Grade IV 鈍的腎外傷においては, 2 つ以上のハイリスク基準の存在は, 血行動態不安定に対する手術や手技の必要性を明らかに予測して集中治療ケアを要する患者の抽出に使用できるが, AAST 分類 1989 は重症度をより反映する分類に改訂するべきであるとした<sup>34)</sup>。Dugi らは血腫の程度が治療方針に相関するとして AAST 分類 1989 に CT による血腫の評価を組み込むことの有用性を指摘している<sup>35)</sup>。また,

表 2 AAST 分類 (文献 3, 39 より引用改変)

AAST 分類 1989		AAST 分類 2018	
Grade *	Injury Description **	Grade §	Imaging Criteria (CT Findings) §§
I	Contusion	I	-Subcapsular hematoma and/or parenchymal contusion without laceration
	Hematoma		
II	Hematoma	II	-Perirenal hematoma confined to Gerota fascia
	Laceration		
III	Laceration	III	-Renal parenchymal laceration >1cm depth without collecting system rupture or urinary extravasation -Any injury in the presence of a kidney vascular injury or active bleeding contained within Gerota fascia
IV	Laceration	IV	-Parenchymal laceration extending into urinary collecting system with urinary extravasation -Renal pelvis laceration and/or complete ureteropelvic disruption -Segmental renal vein or artery injury -Active bleeding beyond Gerota fascia into the retroperitoneum or peritoneum -Segmental or complete kidney infarction (s) due to vessel thrombosis without active bleeding
	Vascular		
V	Laceration	V	-Main renal artery or vein laceration or avulsion of hilum -Devascularized kidney with active bleeding -Shattered kidney with loss of identifiable parenchymal renal anatomy
	Vascular		

\* 同一損傷腎にその損傷 Grade が多発したときは 1Grade アップとする。

\*\* Grade の評価は剖検所見, 開腹手術所見あるいは画像診断所見のうち最も正確な評価に基づく。

§ 画像所見, 手術所見あるいは病理検体にに基づき最も重症度の高いグレードを選択。複数の損傷があれば最も重症度の高いグレードとする。Grade IIIまでは両側腎損傷があれば 1 Grade アップと規定されている。

§§ 改訂論文では画像診断所見のみならず, 術中所見 (Operative Goals), 病理所見 (Pathologic Criteria) の 3 項目それぞれに詳細な診断基準が記載されている。

Buckley らは腎茎部の分枝血管損傷および, UPJ の断裂が AAST 分類 1989 の評価項目に含まれていないといった点を指摘して, 独自の AAST 改訂分類を提案した<sup>36, 37)</sup>。Malaeb らは分枝血管損傷を AAST 分類 1989 の Grade IV に含めることの問題点について言及している<sup>38)</sup>。こうしたなかで, 多くの論文の意見を集約した形で 2018 年に AAST 分類の改訂 (以下, AAST 分類 2018) が約 30 年ぶりになされた<sup>39)</sup> (表 2)。この分類も 5 型分類であり, 改訂論文では画像診断所見のみならず, 術中所見, 病理所見の 3 項目それぞれに詳細な診断基準が記載されている。Grade I ~ III および V の損傷内容は AAST 分類 1989 とおおむね同様だが, AAST 分類 2018 の Grade IV では集尿系に達する実質裂傷に加え, 腎盂裂傷および UPJ 完全断裂を含み, 血管損

傷に分枝動静脈損傷や、血栓症による出血のない分枝梗塞あるいは腎梗塞、さらに Gerota 筋膜を超える血腫を包含している。AAST 分類 2018 では造影 CT による血管損傷の詳細な診断がポイントといえ、さらに排泄相の撮像を推奨している。また、Grade III までは両側腎損傷があれば 1 Grade アップと規定されている。AAST 分類 2018 を解析した論文は少数であるがすでに散見される。Keihani らはその後ろ向き研究において、AAST 分類 2018 では腎動脈分枝梗塞の単独損傷でも Grade IV に含まれるが、非単独損傷群とは治療成績が異なること、また、AAST 分類 2018 は止血術の予測において AAST 分類 1989 を上回っていないことなど、本分類の問題点を指摘した<sup>40, 41)</sup>。AAST 分類 2018 の有用性と評価については今後の検証が待たれる。

#### …参考文献…

- 1) 日本外傷学会臓器損傷分類委員会編：腎損傷分類 2008（日本外傷学会）. 日外傷会誌 22：265, 2008
- 2) 当麻美樹：【外傷診療の基本を学ぶ 「JATEC」と「日本外傷学会臓器損傷分類」】臓器損傷分類と消化器外科 腎損傷分類 2008. 消外 32：477-484, 2009
- 3) Moore EE, Shackford SR, Pachter HL, et al：Organ injury scaling：spleen, liver, and kidney. J Trauma 29：1664-1666, 1989
- 4) 橋本貴彦, 三井要造, 上田康生, 他：小児腎外傷 15 例の臨床的検討. 日小児泌会誌 16：163-166, 2008
- 5) Wessel LM, Scholz S, Jester I, et al：Management of kidney injuries in children with blunt abdominal trauma. J Pediatr Surg 35：1326-1330, 2000
- 6) Mahran A, Fernstrum A, Swindle M, et al：Impact of trauma center designation in pediatric renal trauma：National Trauma Data Bank analysis. J Pediatr Urol 16：658.e1-658.e9, 2020
- 7) 当麻美樹, 田伏久之：日本外傷学会臓器損傷分類からみた診断・分類のポイント 腎損傷分類. 日外傷会誌 18：40-51, 2004
- 8) 篠島利明, 中島洋介, 北野光秀, 佐藤通洋, 吉井宏：日本外傷学会腎損傷分類に基づいた鈍的腎外傷症例 115 例の検討. 日泌会誌 95：783-791, 2004
- 9) 金子直之, 加地辰美：【腹部外傷に対する治療戦略（外傷分類の意義と問題点も含めて）】鈍的腎損傷診断における単純・造影 CT の意義と日本外傷学会分類. 日腹部救急医会誌 22：531-539, 2002
- 10) 中島洋介, 北野光秀, 吉井宏：【泌尿器科救急疾患の診断・治療】鈍的腎外傷の評価と治療方針について. 泌外 21：147-154, 2008
- 11) 新垣義孝, 宮内孝治, 松浦謙二, ぐし宮城正典, 本竹秀光：腎外傷 559 例の治療方針の検討 II 型 III 型を中心に. 日外傷会誌 22：81-88, 2008
- 12) 中島洋介：腎外傷の病態と治療. 医事新報 4441：60-64, 2009
- 13) Nishizawa S, Mori T, Shintani Y, Kohjimoto Y, Inagaki T, Hara I：Applicability of blunt renal trauma classification of Japanese Association for the Surgery of Trauma (JAST). Int J Urol 16：862-867, 2009
- 14) 柳雅人, 近藤幸尋, 遠藤勇氣, 他：深在性腎損傷に対する経カテーテル動脈塞栓術の役割. 日泌会誌 104：688-696, 2013
- 15) 高松公晴, 中島洋介, 石田勝, 他：日本外傷学会腎損傷分類 2008（JAST 分類 2008）に基づいた鈍的腎外傷 207 例の初期治療選択因子の検討. 日泌会誌 107：13-20, 2016
- 16) 田村芳美, 大木亮, 富田健介, 大塚保宏, 野村昌史, 大木一成：利根中央病院における腎外傷症例の臨床的検討 スノーボード外傷を中心とした考察. 日外傷会誌 30：297-303, 2016
- 17) Mani NB, Kim L：The role of interventional radiology in urologic tract trauma. Semin Intervent Radiol 28：415-423, 2011
- 18) Santucci RA, McAninch JW, Safir M, Mario LA, Service S, Segal MR：Validation of the

- American Association for the Surgery of Trauma organ injury severity scale for the kidney. *J Trauma* 50 : 195-200, 2001
- 19) Hagiwara A, Sakaki S, Goto H, et al : The role of interventional radiology in the management of blunt renal injury : a practical protocol. *J Trauma* 51 : 526-531, 2001
  - 20) Kansas BT, Eddy MJ, Mydlo JH, Uzzo RG : Incidence and management of penetrating renal trauma in patients with multiorgan injury : extended experience at an inner city trauma center. *J Urol* 172 : 1355-1360, 2004
  - 21) Davis KA, Reed RL 2nd, Santaniello J, et al : Predictors of the need for nephrectomy after renal trauma. *J Trauma* 60 : 164-169 ; discussion 169-170, 2006
  - 22) Kuan JK, Wright JL, Nathens AB, Rivara FP, Wessells H : American Association for the Surgery of Trauma Organ Injury Scale for kidney injuries predicts nephrectomy, dialysis, and death in patients with blunt injury and nephrectomy for penetrating injuries. *J Trauma* 60 : 351-356, 2006
  - 23) Shariat SF, Roehrborn CG, Karakiewicz PI, Dhimi G, Stage KH : Evidence-based validation of the predictive value of the American Association for the Surgery of Trauma kidney injury scale. *J Trauma* 62 : 933-939, 2007
  - 24) Shariat SF, Trinh QD, Morey AF, et al : Development of a highly accurate nomogram for prediction of the need for exploration in patients with renal trauma. *J Trauma* 64 : 1451-1458, 2008
  - 25) Wright JL, Nathens AB, Rivara FP, Wessells H : Renal and extrarenal predictors of nephrectomy from the national trauma data bank. *J Urol* 175 : 970-975 ; discussion 975, 2006
  - 26) Tinkoff G, Esposito TJ, Reed J, et al : American Association for the Surgery of Trauma Organ Injury Scale I : spleen, liver, and kidney, validation based on the National Trauma Data Bank. *J Am Coll Surg* 207 : 646-655, 2008
  - 27) Phan QB, Mourey E, Estivalet L, et al : Reliability and reproducibility of the American Association for the Surgery of Trauma scaling for renal injury and impact on radiologic follow-up. *Prog Urol* 28 : 12-17, 2018
  - 28) Mann U, Zemp L, Rourke KF : Contemporary management of renal trauma in Canada : A 10-year experience at a level 1 trauma centre. *Can Urol Assoc J* 13 : E177-E182, 2019
  - 29) Keihani S, Rogers DM, Putbrese BE, et al : A nomogram predicting the need for bleeding interventions after high-grade renal trauma : Results from the American Association for the Surgery of Trauma Multi-institutional Genito-Urinary Trauma Study (MiGUTS). *J Trauma Acute Care Surg* 86 : 774-782, 2019
  - 30) Maibom SL, Holm ML, Rasmussen NK, Germer U, Joensen UN : Renal trauma : a 6-year retrospective review from a level 1 trauma center in Denmark. *Scand J Urol* 53 : 398-402, 2019
  - 31) El Hechi MW, Nederpelt C, Kongkaewpaisan N, et al : Contemporary management of penetrating renal trauma - A national analysis. *Injury* 51 : 32-38, 2020
  - 32) Lucas J, Barlotta R, Brennan M, et al : Clinical predictors of immediate intervention for isolated renal trauma. *Can J Urol* 27 : 10456-10460, 2020
  - 33) Nakao S, Katayama Y, Hirayama A, et al : Trends and outcomes of blunt renal trauma management : a nationwide cohort study in Japan. *World J Emerg Surg* 15 : 50, 2020
  - 34) Figler BD, Malaeb BS, Voelzke B, Smith T, Wessells H : External validation of a substratification of the American Association for the Surgery of Trauma renal injury scale for grade 4 injuries. *J Am Coll Surg* 217 : 924-928, 2013
  - 35) Dugi DD 3rd, Morey AF, Gupta A, Nuss GR, Sheu GL, Pruitt JH : American Association for the Surgery of Trauma grade 4 renal injury substratification into grades 4a (low risk) and 4b (high risk). *J Urol* 183 : 592-597, 2010
  - 36) Buckley JC, McAninch JW : Revision of current American Association for the Surgery of Trauma Renal Injury grading system. *J Trauma* 70 : 35-37, 2011
  - 37) Ballon-Landa E, Raheem OA, Fuller TW, Kobayashi L, Buckley JC : Renal Trauma Classification and Management : Validating the Revised Renal Injury Grading Scale. *J Urol* 202 : 994-

1000, 2019

- 38) Malaeb B, Figler B, Wessells H, Voelzke BB : Should blunt segmental vascular renal injuries be considered an American Association for the Surgery of Trauma Grade 4 renal injury? J Trauma Acute Care Surg 76 : 484-487, 2014
- 39) Kozar RA, Crandall M, Shanmuganathan K, et al : AAST Patient Assessment Committee. Organ injury scaling 2018 update : Spleen, liver, and kidney. J Trauma Acute Care Surg 85 : 1119-1122, 2018
- 40) Keihani S, Gross JA, Joyce RP, et al : The American Association for the Surgery of Trauma Renal Grading System : Should Segmental Kidney Infarction be Classified as a Grade IV Injury ? J Urol 205 : 165-173, 2021
- 41) Keihani S, Rogers DM, Putbrese BE, et al : The American Association for the Surgery of Trauma renal injury grading scale : Implications of the 2018 revisions for injury reclassification and predicting bleeding interventions. J Trauma Acute Care Surg 88 : 357-365, 2020

## CQ6

## 腎外傷の診療に有用な臨床所見はどのようなものがあるか？

腎外傷が疑われる診療では、受傷機転と基礎疾患などの問診、身体所見、循環動態、尿所見が重要である。循環動態は検査・治療方針の判断に重要で、収縮期血圧 90mmHg がボーダーラインだが、小児ではその意義が若干低い。腎外傷の多くで肉眼的または顕微鏡的血尿が認められるが、偽陰性・偽陽性とも少なくないので注意が必要である。

## 解説

## 1. 問診

問診では受傷機転の把握に加え、腎に関する既往歴も聴取する。腎の形態的異常(腎結石、UPJ 狭窄、異所性腎、腎嚢胞、巨大尿管など)があると外傷を被りやすい<sup>1)</sup>。

## 2. 身体所見

体格に関して、BMIによって腎外傷の頻度に差はみられない<sup>2)</sup>。鈍的外傷では下位肋骨骨折や腹部・腰部打撲が疑われる場合、すなわち体表上で下位胸部や腰部に打撲痕・擦過傷がみられれば、腎外傷を強く疑う<sup>3, 4)</sup>。穿通性外傷では下位胸部・腹部・腰部に刺入が疑われる場合、腎外傷が生じている可能性が高い<sup>3, 4)</sup>。腎外傷は、鈍的外傷では肝・脾・副腎損傷に合併することが多く、穿通性外傷では横隔膜・腸管損傷に合併することが多い<sup>5)</sup>。

## 3. 循環動態

循環動態は、検査・治療方針の決定において重要性が高い<sup>3, 4)</sup>。成人では肉眼的血尿、もしくは顕微鏡的血尿であっても収縮期血圧 (SBP) 90mmHg 未満の症例では造影 CT 撮影を必須とする海外のガイドラインがある<sup>4)</sup>。SBP が 90mmHg 未満の場合、手術治療が必要になることが多い<sup>6-9)</sup>。術式については、ショック症例では腎摘除術になる可能性が高いとする報告<sup>6, 7)</sup>と、術式には関連しないとする報告<sup>5)</sup>がある。一方 NOM を行った場合、失敗する因子として SBP 90mmHg 未満または循環動態不安定をあげている報告は多く<sup>8, 9)</sup>、さらにこれらは TAE の失敗因子にもあげられている<sup>10)</sup>。

小児では血圧の正常値が成人と異なり、重症度にかかわらず血圧が低下することもあるため、ショックの臨床的意義は少ない<sup>3, 11, 12)</sup>。代わって近年はショック指数 / 小児年齢調整 (Shock Index, pediatric age-adjusted : SIPA) の有用性が報告されている<sup>13-16)</sup>。SI は脈拍数 / SBP で表され、1.0 以上を異常値 (陽性) とし、輸血や緊

急止血術を要する状態を簡易的に判断する指標として広く用いられている。一方小児は脈拍数が多い上に、恐怖感・疼痛などで容易に増加するためSIでは偽陽性が多く、新たにSIPAが考案された<sup>13)</sup>。

SIPAはSIと同じ計算式で、年齢別に4～6歳で1.22、7～12歳で1.0、13～16歳で0.9を超えると陽性と判断する<sup>13)</sup>。腎外傷を含む腹部実質臓器損傷でICU入院適応となった小児に関し、SIPAは感受性95%、特異性99%であった<sup>14)</sup>。また小児外傷全体で各人のSI:SIPAを比較すると、鈍的外傷では41.3%:15.6%、穿通性外傷では40.0%:19.4%で、SIは偽陽性が多く、SIPAはより正確に重症度(ISS、輸血の要不要、ICU入院、人工呼吸の要不要、死亡率)と相関した<sup>15)</sup>。SIPAが正常値で開腹術を要した症例や死亡例はなく、1%に輸血を要しただけで、偽陰性も有意に少なかった<sup>16)</sup>。

#### 4. 体温

体温に関して論じている報告は少なく、初療での意義を述べた報告は検索し得なかった。AAST分類gradeⅢ～Ⅴの腎外傷でNOMを断念する根拠として、発熱<sup>9)</sup>や、抗菌薬投与や尿管ステント留置にもかかわらず39℃以上の発熱が持続したことをあげている論文<sup>17)</sup>がある。

#### 5. 血尿

腎外傷で血尿(肉眼的・顕微鏡的)を認める頻度は80～95%と報告される<sup>3, 18)</sup>。血尿がないから腎外傷は疑われないということはいえない<sup>19)</sup>。血尿の程度と損傷程度については、相関しないと報告する論文が多い<sup>18, 20～22)</sup>が、小児では相関ありとする報告もある<sup>12)</sup>。

小児では顕微鏡的血尿が多くみられるが、成人より偽陽性・偽陰性とも多い<sup>18)</sup>。偽陽性では形態的異常を伴うことが多く<sup>18)</sup>、血尿を呈した症例の29%にしかCTで腎外傷を認めなかった<sup>12)</sup>、肉眼的・顕微鏡的血尿のそれぞれ16%・67%に腎外傷を認めなかった<sup>23)</sup>、治療的介入が必要な症例は6%しかなかった<sup>22)</sup>、などの報告がある。偽陰性については、AAST分類gradeⅠの17～21%<sup>20, 24)</sup>、Ⅱ～Ⅴの鈍的外傷・穿通性外傷のそれぞれ13%・27%に血尿を認めなかった<sup>24)</sup>という報告がある。

成人では血尿が認められるか、ショック状態か、あるいは受傷機転や身体所見から腎外傷が疑われる症例には、全例に造影CT撮影を推奨するガイドラインがある<sup>4)</sup>。一方小児では議論があり、成人と同様に全例にCT撮影が必要とする報告<sup>20)</sup>と、逆に顕微鏡的血尿だけなら、治療的介入を要する損傷はないという意味で画像検査は不要<sup>23)</sup>、または超音波などの非侵襲的検査が好ましい<sup>12, 18)</sup>とする報告がある。ただし超音波検査では後腹膜臓器の評価に劣り、腎外傷を見落とすこともあり<sup>19)</sup>、腎外傷全体で感度64～84%<sup>25, 26)</sup>、特異度92%<sup>25)</sup>、陰性的中率93～97%<sup>26)</sup>で、損傷度の正確な評価もできない<sup>19)</sup>。血尿は腎外傷を示唆する重要な所見であるが、受傷機転や全身状態、既往歴を加味してCT検査を行うのが適切である<sup>24)</sup>。

血尿は、安静期間の判断にも有用で、小児では肉眼的血尿が消失するまでベッド上安静とするのが一般的で、血尿が残存した状態で退院させた場合では7%が再入院となっていた<sup>27)</sup>。

## 6. 医源性損傷

腎瘻造設後に血尿がみられるのは一般的であるが、大量出血は稀である。血管形成術やステントグラフト留置操作に際して仮性動脈瘤や動静脈瘻を生じると、肉眼的血尿や腰痛が生じ、これは術当日でなくても2～3週以内に発症する。経皮的腎生検後に腰痛の訴えがありHctの低下を認めたら、血尿がなくても仮性動脈瘤を疑う。TAEに用いられるゼラチンスポンジ細片などの遺残は膿瘍・皮膚瘻・腸管瘻を形成したり、敗血症を発症することがある<sup>28)</sup>。

### …参考文献…

- 1) El-Atat R, Derouiche A, Slama MRB, Chebil M : Kidney trauma with underlying renal pathology : Is conservative management sufficient? Saudi J Kidney Dis Transpl 22 : 1175-1180, 2011
- 2) Malcolm JB, Derweesh IH, Mehrazin R, et al : Nonoperative management of blunt renal trauma : is routine early follow-up imaging necessary? BMC Urol 8 : 11, 2008
- 3) Bryk D, Zhao LC : Guideline of guidelines : a review of urological trauma guidelines. BJU Int 117 : 226-234, 2016
- 4) Morey AF, Brandes S, Dugi DD 3rd, et al : Urotrauma : AUA guideline. J Urol 192 : 327-335, 2014
- 5) Salem MS, Urry RJ, Kong VY, Clarke DL, Bruce J, Laing GL : Traumatic renal injury : five-year experience at a major trauma centre in South Africa. Injury 51 : 39-44, 2020
- 6) Keihani S, Xu Y, Presson AP, et al : Contemporary management of high-grade renal trauma : results from the American Association for the Surgery of Trauma genitourinary trauma study. J Trauma Acute Care Surg 84 : 418-425, 2018
- 7) Schellenberg M, Benjamin E, Piccinini A, Inaba K, Demetriades D : Selective nonoperative management of renal gunshot wounds. J Trauma Acute Care Surg 87 : 1301-1307, 2019
- 8) El Hechi MW, Nederpelt C, Kongkaewpaisan N, et al : Contemporary management of penetrating renal trauma – a national analysis. Injury 51 : 32-38, 2020
- 9) Lanchon C, Fiard G, Arnoux V, et al : High grade blunt renal trauma : predictors of surgery and long-term outcomes of conservative management. A prospective study. J Urol 195 : 106-111, 2016
- 10) Baboudjian M, Gondran-Tellier B, Panayotopoulos P, et al : Factors predictive of selective angioembolization failure for moderate- to high-grade renal trauma : a French multi-institutional study. Eur Urol Focus : 253-258, 2022
- 11) Morey AF, Bruce JE, McAninch JW : Efficacy of radiographic imaging in pediatric blunt renal trauma. J Urol 156 : 2014-2018, 1996
- 12) Stalker HP, Kaufman RA, Stedje K : The significance of hematuria in children after blunt trauma. AJR Am J Roentgenol 154 : 569-571, 1990
- 13) Acker SN, Ross JT, Patrick DA, Tong S, Bensard DD : Pediatric specific shock index accurately identifies severely injured children. J Pediatr Surg 50 : 331-334, 2015
- 14) Arbuthnot M, Armstrong LB, Mooney DP : Can we safely decrease intensive care unit admissions for children with high grade isolated solid organ injuries? Using the shock index, pediatric age-adjusted and hematocrit to modify APSA admission guidelines. J Pediatr Surg



52 : 989-992, 2017

- 15) Nordin A, Coleman A, Shi J, et al : Validation of the age-adjusted shock index using pediatric trauma quality improvement program data. *J Pediatr Surg* 53 : 130-135, 2018
- 16) Acker SN, Stewart CL, Roosevelt GE, Partrick DA, Moore EE, Bensard DD : When is it safe to forgo abdominal CT in blunt-injured children? *Surgery* 158 : 408-412, 2015
- 17) Shirazi M, Sefidbakht S, Jahanabadi Z, Asadolahpour A, Afrasiabi MA : Is nearly reimaging CT scan necessary in patients with grades III and IV renal trauma under conservative treatment? *J Trauma* 68 : 9-12, 2010
- 18) Coccolini F, Moore EE, Kluger Y, et al : Kidney and uro-trauma : WSES-AAST guidelines. *World J Emerg Surg* 14 : 54, 2019
- 19) Petrone P, Perez-Calvo J, Brathwaite CEM, Islam S, Joseph DK : Traumatic kidney injuries : a systematic review and meta-analysis. *Int J Surg* 74 : 13-21, 2020
- 20) Stein JP, Kaji DM, Eastham J, Freeman JA, Esrig D, Hardy BE : Blunt renal trauma in the pediatric population : indications for radiographic evaluation. *Urology* 44 : 406-410, 1994
- 21) Ceylan H, Gunsar C, Etensel B, Sencan A, Karaca I, Mir E : Blunt renal injuries in Turkish children : a review of 205 cases. *Pediatr Surg Int* 19 : 710-714, 2003
- 22) Brown SL, Haas C, Dinchman KH, Elder JS, Spirnak JP : Radiologic evaluation of pediatric blunt renal trauma in patients with microscopic hematuria. *World J Surg* 25 : 1557-1560, 2001
- 23) Raz O, Haifler M, Copel L, et al : Use of adult criteria for slice imaging may limit unnecessary radiation exposure in children presenting with hematuria and blunt abdominal trauma. *Urology* 77 : 187-190, 2011
- 24) Nguyen MM, Das S : Pediatric renal trauma. *Urology* 59 : 762-766 ; discussion 766-767, 2002
- 25) Basaran A, Ozkan S : Evaluation of intra-abdominal solid organ injuries in children. *Acta Biomed* 89 : 505-512, 2019
- 26) Edwards A, Hammer M, Artunduaga M, Peters C, Jacobs M, Schlomer B : Renal ultrasound to evaluate for blunt renal trauma in children : A retrospective comparison to contrast enhanced CT imaging. *J Pediatr Urol* 16 : 557.e1-557.e7, 2020
- 27) LeeVan E, Zmora O, Cazzulino F, Burke RV, Zagory J, Upperman JS : Management of pediatric blunt renal trauma : a systematic review. *J Trauma Acute Care Surg* 80 : 519-528, 2016
- 28) Kitrey ND, Djakovic N, Kuehhas FE, et al : EAU guidelines on urological trauma. *EAU Guidelines*. Edn. presented at the EAU Annual Congress Copenhagen, pp.1-67, 2018

## CQ7

## 腎外傷の診療に有用な検査所見はどのようなものがあるか？

血液検査は基礎疾患の評価と経過観察において有用である。血尿が認められれば腎外傷を疑うが、認められなくても否定はできない。また血尿の程度は損傷程度に相関しない。画像検査では造影CTが中心的役割を担っており、早期相（動脈相）から排泄相（必要に応じてさらに遅いタイミングの遅延相）まで撮影することで、腎外傷の形態、血管損傷の有無、腎盂・尿管損傷を評価できる。

## 解説

## 1. 血液検査

初療時に貧血と腎機能の評価が必要であるが、治療方針の計画を立てるのにはいずれの血液データも不十分である。受傷前からの異常がなければ、急性大量出血の超急性期には変化しにくく、したがってこれらを初療時評価の因子に含めている研究自体が少ない。

Hb・HctについてはBasaranらの報告<sup>1)</sup>で、腹部外傷患者の来院時の平均値はそれぞれ13.1mg/dL、40.1%であった。Lanchonらの報告<sup>2)</sup>では手術を要した因子として多変量解析でHbは影響しておらず、循環動態不安定と損傷形態（AAST分類）が影響していた（それぞれ $p=0.04$ 、 $0.01$ ）。またTAEを要した因子として、単変量解析ではHbが影響していた（ $p=0.01$ ）が、多変量解析では25%以上の血流途絶（devascularization）だけが影響し（ $p=0.005$ ）、Hbや循環動態不安定は影響していなかった。さらにTAEが失敗した因子としては、単変量解析でHbは影響していなかった。Keihaniらの報告<sup>3)</sup>では腎摘除術を要した因子として、単変量解析ではHb（ $p=0.02$ ）、頻脈 $>100$ /分（ $p<0.001$ ）、ショック（SBP $<90$ mmHg）（ $p=0.02$ ）、損傷形態（AAST grade V）（ $p<0.001$ ）、受傷機転（穿通性外傷）（ $p<0.001$ ）、ISS（ $p<0.001$ ）、大量輸血（RBC $>10$ IU）（ $p<0.001$ ）、base excess（BE） $<-6$ mEq/L（ $p=0.003$ ）が影響していたが、多変量解析では損傷形態と受傷機転だけが影響していた（それぞれ $p<0.001$ 、 $0.003$ ）。Salemらの報告<sup>4)</sup>では、腎摘除術に至った因子として単変量解析でHbは影響しておらず、損傷形態（grade III~V）（ $p<0.001$ ）、受傷機転（穿通性外傷）（ $p=0.001$ ）、代謝性アシドーシス（ $p=0.042$ ）が影響していた。Hctについては、経過観察の指標として用いる報告が散見される<sup>5)</sup>。Shiraziら<sup>6)</sup>はTAEで失敗した症例に、Hct 20%以上の低下を認めた症例が22%あったと報告している。

腎機能（血清クレアチニン・BUN）に関して、Basaranらの報告<sup>1)</sup>で腹部外傷患者の来院時の平均値はそれぞれ0.6mg/dL、23.0mg/dLであった。EAUガイドライ

ンでは、初療時の血清クレアチニンの異常は既存の腎疾患を示すと述べられている<sup>5)</sup>。また Tomasz ら<sup>7)</sup> は、いずれも受傷早期に病的意義を示さなかったと報告している。

Shariat ら<sup>8)</sup> は 2008 年に、手術に至った症例のデータからノモグラムを作成し、予測因子として受傷機転（鈍的、刺創、銃創）、輸血（有無）、BUN、血清クレアチニン、損傷形態を用いている。しかし Shoobridge ら<sup>9)</sup> は 2013 年に、Shariat らのノモグラムは重症度が高くなるほど理想値からはずれ、特に grade V に関しては予測能がないと指摘し、新たなノモグラムを報告した。その予測因子には損傷形態、24 時間以内の血小板輸血量、BUN、Hb、脈拍数が用いられているが、BUN (mmol/L) と Hb が占める点数は低いことに注意する必要がある。例えば損傷形態に関しては AAST 分類 grade II で 25 点、III で 50 点に対し、BUN は 30mg/dL ( $\equiv$  10.7mmol/L) で 4 点である。Shoobridge らは自らのノモグラムが Shariat らのものとは異なった理由として、施設による治療方針の差と、受傷機転の差（穿通性損傷が Shariat らの研究では 26%、Shoobridge らのものは 4.1%）をあげている。また近年の治療法の変化も影響している。Shariat らの症例は 1995～2004 年のものだが、Santucci<sup>10)</sup> らが 2005 年に review 論文で腎外傷に関し NOM の増加を報告し、TAE の発達も相まって NOM が増加している。Colaco ら<sup>11)</sup> は 2019 年、NTDB を用いて 2002 年と 2012 年の治療を比較し、鈍的腎外傷 2,635 例で TAE が 1.4% から 53.3% に増加、腎縫合術は 32.9% から 10.2% に減少、腎摘除術は 8.2% から 2.1% に減少していること、穿通性外傷 1,661 例では TAE が 0% から 11.3% に増加、腎縫合術は 75.4% から 70.9% と横ばい、腎摘除術は 19.3% から 4.4% に減少していることを明らかにしている。

血液検査ではほかに、前述の Lanchon ら<sup>2)</sup> と Salem ら<sup>4)</sup> があげた  $BE \leq -6mEq/L$  が注目される。ただしこれは腎外傷に限らずショック患者の全身評価としてとらえるべきである。

## 2. 尿検査

腎外傷が疑われる患者では血尿の有無が重要である。しかし偽陰性・偽陽性率ともに低く、血尿があれば腎外傷が強く疑われるということしかいえない。CQ6 を参照されたい。

## 3. 画像検査

腎外傷の診療において現在、造影 CT が最も優れていることに異論はない<sup>12~14)</sup>。損傷形態が正確に描出され、既存の形態異常も診断でき、健側の腎臓も同時に評価できる<sup>14)</sup>。また早期相（動脈相）から排泄相（必要に応じてさらに遅いタイミングの遅延相）まで撮影することで、動脈損傷や腎盂・尿管の評価も可能である<sup>13, 14)</sup>。造影 CT では放射線被曝と造影剤投与が問題となる。妊婦と、全身状態が安定していて血尿の程度が RBC 50/HPF（高倍視野）未満の小児では超音波検査が推奨されるが、後腹膜臓器の損傷評価には優れないことを理解しておく必要がある（CQ6 参照）。造影剤が使用できない症例に対しては MRI も考慮される<sup>15)</sup>。血管造影は診断目的で行

うべきでなく、あくまでも造影 CT で動脈損傷が疑われる症例に治療目的で行うべきである<sup>13)</sup>。IVP はかつて腎外傷診断の中心的存在であったが、現在は画像診断なく緊急手術に至った症例に関し、one-shot IVP が術中の腎盂尿管の評価方法として考慮される<sup>13)</sup>。ただし穿通性外傷では感度 25%、特異度 76.2% と報告される<sup>16)</sup> など、診断能が高いとはいえない。

#### …参考文献…

- 1) Basaran A, Ozkan S : Evaluation of intra-abdominal solid organ injuries in children. *Acta Biomed* 89 : 505-512, 2019
- 2) Lanchon C, Fiard G, Arnoux V, et al : High grade blunt renal trauma : predictors of surgery and long-term outcomes of conservative management. A prospective single center study. *J Urol* 195 : 106-111, 2016
- 3) Keihani S, Xu Y, Presson AP, et al : Contemporary management of high-grade renal trauma : results from the American Association for the Surgery of Trauma genitourinary trauma study. *J Trauma Acute Care Surg* 84 : 418-425, 2018
- 4) Salem MS, Urry RJ, Kong VY, Clarke DL, Bruce J, Laing GL : Traumatic renal injury : five-year experience at a major trauma centre in South Africa. *Injury* 51 : 39-44, 2020
- 5) Kitrey ND, Djakovic N, Kuehhas FE, et al : EAU guidelines on urological trauma. EAU Guidelines. Edn. presented at the EAU Annual Congress Copenhagen, pp.1-16, 2018
- 6) Shirazi M, Sefidbakht S, Jahanabadi Z, Asadolahpour A, Afrasiabi MA : Is early reimaging CT scan necessary in patients with grades III and IV renal trauma under conservative treatment? *J Trauma* 68 : 9-12, 2010
- 7) Tomasz Z, Piotr P, Ryszard S, Marek S : Validity of routine reimaging of blunt renal trauma managed conservatively. *Medicine (Baltimore)* 98 : e15135, 2019
- 8) Shariat SF, Trinh QD, Morey AF, et al : Development of a highly accurate nomogram for prediction of the need for exploration in patients with renal trauma. *J Trauma* 64 : 1451-1458, 2008
- 9) Shoobridge JJ, Bultitude MF, Koukounaras J, Royce PL, Corcoran NM : Predicting surgical exploration in renal trauma : assessment and modification of an established nomogram. *J Trauma Acute Care Surg* 75 : 819-823, 2013
- 10) Santucci RA, McAninch JM : Grade IV renal injuries : evaluation, treatment, and outcome. *World J Surg* 25 : 1565-1572, 2001
- 11) Colaco M, Navarrete RA, MacDonald SM, Stitzel JD, Terlecki RP : Nationwide procedural trends for renal trauma management. *Ann Surg* 269 : 367-369, 2019
- 12) Bryk DJ, Zhao LC : Guideline of guidelines : a review of urological trauma guidelines. *BJU Int* 117 : 226-234, 2016
- 13) Morey AF, Brandes S, Dugi DD 3rd, et al : Urotrauma : AUA guideline. *J Urol* 192 : 327-335, 2014
- 14) Cocolini F, Moore EE, Kluger Y, et al : Kidney and uro-trauma : WSES-AAST guidelines. *World J Emerg Surg* 14 : 54, 2019
- 15) Petrone P, Perez-Calvo J, Brathwaite CEM, Islam S, Joseph DK : Traumatic kidney injuries : a systematic review and meta-analysis. *Int J Surg* 74 : 13-21, 2020
- 16) Patel VG, Walker ML : The role of "one-shot" intravenous pyelogram in evaluation of penetrating abdominal trauma. *Am Surg* 63 : 350-353, 1997

腎外傷の評価には造影 CT がもっとも有用であり，単純 CT に加えて造影 CT 動脈相（皮質髄質相）や腎実質相，排泄相まで撮影することで腎臓・尿管・膀胱・尿道の評価が可能となり，同時に他臓器合併損傷も評価できる。鈍的外傷が多いわが国では他臓器損傷がない場合は保存的治療が選択されることが多いが，TAE や即時腎摘除術を要する症例もあり，治療方針決定に造影 CT は欠かせないものとなっている。超音波検査は初期治療方針決定には信頼性が乏しいが，X 線被曝がなく経過観察においては有用である。

## 解説

エビデンスレベルの高い報告はなく，症例報告もしくは後ろ向き研究がほとんどである。わが国では，外傷初期診療ガイドライン JATEC<sup>1)</sup> に沿って診療が行われることが基本であり，従来は循環動態が安定していない状態では詳細な画像検査よりも止血術が優先されてきた<sup>2)</sup>。外傷患者に対して全身 CT を行うと予測生存率を上回る実生存率が得られ<sup>3)</sup>，撮影部位を絞って CT 撮影を行うよりも全身 CT の方が止血時間までの時間短縮に繋がるとの報告<sup>4, 5)</sup> や primary survey として CT を撮影することの有用性に関する報告<sup>6)</sup> もある。さらに近年の多施設検討では，循環動態が不安定な患者においても全身 CT の方が従来の選択的 CT 撮影と比べて有意に死亡率を改善することができたとの報告<sup>7)</sup> もあるが，重症外傷患者の場合は循環動態が安定していても CT 検査中の急変もあり得ることから，初療室で CT 撮影が行える環境でなければ primary survey としての CT 検査は推奨されていない<sup>1)</sup>。

泌尿器科外傷では鈍的腎外傷がもっとも頻度が高く<sup>8)</sup>，鈍的腎外傷に対する初期治療では出血コントロールがもっとも重要で<sup>9, 10)</sup>，それに続いて尿の溢流への適切な対応が必要である<sup>10)</sup>。治療は，安静のみの保存的治療，TAE などの IVR，即時腎摘除術が選択されることが多く，その判断に CT は有用である<sup>10~12)</sup>。

腹部単純 X 線写真は鈍的外傷においては事実上不要であるとされているが，穿通性外傷においては異物の有無などを早期に判断するために撮影が必要である<sup>12)</sup>。

循環動態が不安定な場合は初期の大まかな尿路の評価として IVP は有用である<sup>11, 13, 14)</sup>。

循環動態が安定している場合は積極的に画像検査を行うことが勧められる。腹部鈍的外傷や刺創では 8～10% の割合で腎損傷を合併し，また，穿通性外傷の 80%，鈍的外傷の 75% で他臓器の損傷がみられるとの報告があり<sup>15)</sup>，腎臓・尿路以外も含めて外傷を評価するためには CT がもっとも基本となる<sup>13, 15)</sup>。

CTでは腎実質の損傷状態、出血の広がりや部位、尿溢流の広がり、実質の血流の有無、腹腔内臓器の合併損傷などを検出することができる<sup>11~19)</sup>。単純CTでは活動性出血は検索できないが、外傷時の異物の検出に優れ、また、造影前のコントロール画像として撮影が必要となる。腎・尿路外傷の評価には造影CTが有用であり、動脈相（皮質髄質相）、腎実質相を撮影することで腎動脈や腎静脈の損傷の有無、仮性動脈瘤形成や動静脈シャント・動静脈瘻の形成、腎実質の損傷の種類と重症度、腎周囲の出血の広がり、腫瘍などの併存疾患に関して評価できる<sup>11, 13, 15, 17, 19)</sup>。腎実質相までの撮影では尿溢流の偽陰性は約40%と高いため、腎周囲や尿管・膀胱周囲に液体貯留を認めた場合は排泄相を追加撮影することで尿溢流の検出率が向上し<sup>9, 20)</sup>、IVPの代用ともなり得る<sup>11, 12, 15)</sup>。鈍的外傷で損傷部位が腎臓だけであれば保存的治療となることが多く、画像診断により治療方針が決定されるケースが多い<sup>17, 18)</sup>。わが国における多変量解析によると初期治療の選択にはJAST分類2008の損傷型分類と腎周囲血腫因子の評価が有用で、深在性（Ⅲ型）損傷で血腫がGerota筋膜を超えて広がる（H2）症例と尿溢流がGerota筋膜を超える（U2）症例では即時腎摘除術の適応となり、表在性（Ⅱ型）損傷または被膜下（Ⅰ型）損傷でH2を有する症例はTAEの適応となるとされている<sup>9)</sup>。

小児の外傷に関しては、X線被曝を低減させる必要があるものの、成人と比べて弱い外力でも腎外傷をきたしやすく、出血量が多くても循環動態が保たれることも多いので循環動態のみでCTの適応を判断すべきでない。小児であっても血尿や側腹部斑状出血斑、第11, 12肋骨骨折などがある場合は積極的にCT検査を行うべきである<sup>19, 21)</sup>。小児の腎外傷で血行動態不安定や多臓器損傷がない場合は、成人と比べて重症度が高くても保存的治療が可能な場合が多く<sup>22)</sup>、臨床症状も含めて判断することが重要である。

腎損傷後のマネジメントを考え、CTの読影は以下のような所見に留意する必要がある<sup>11)</sup>。腎莖部血管損傷（腎動脈や腎静脈の損傷）を認めた場合は腎動脈修復術や腎摘除術、動静脈瘻を認めた場合はTAEが適応となる。外傷が軽度にもかかわらず出血が持続する場合は腎細胞癌や腎血管筋脂肪腫、動静脈奇形、抗凝固療法中、出血性素因を有する疾患、糸球体腎症などを念頭に検討する必要がある。もし、受傷直後のCTで出血の原因が不明なら3ヵ月後と可能ならば1年後にもCT撮影を行い出血の原因を究明する必要がある。尿溢流があればドレナージが必要となることが多いので排泄相で十分に確認する。IVPを行った場合で片腎のみの描出であれば、CTで腎欠損か無機能腎か判断する必要がある。馬蹄腎のような先天性奇形は損傷しやすく手術法に影響するため留意が必要である。外傷の際のCTで腎腫瘍が偶発的に発見されることもあるので読影時に注意を要する。ネフログラムの遅延は虐待を受けた子供の横紋筋融解症やミオグロビン尿症を反映していることがある。外傷後4週間以内の遅発性所見には遅発性出血や感染、動静脈瘻、尿貯留腫を伴った尿溢流がある。外傷後4週以後ではPage kidneyや感染、尿溢流、水腎症、感染性血腫、血栓形成などを生じることがある<sup>11)</sup>。

わが国の2016年版腎外傷診療ガイドラインではFollow up CT施行に関して肯定する内容であったが、近年の報告では、これに関して定まった見解は見当たらない。Blankenshipらは鈍的重症腎外傷後の遅発性合併症を早期に発見するために受傷後2～4日後に造影CT再検が望ましいと報告している<sup>23)</sup>が、AAST grade I～Ⅲの場合は合併症リスクが低いので定期的なfollow up CTは推奨されない<sup>24)</sup>との報告もある。特に保存的治療を行った場合においてはCT再検を行っても治療法が適切かの判断には寄与せず、治療法の選択には血行力学的変化・バイタルサインの不安定さや採血データが重要であると報告されている<sup>25)</sup>。また、BayneらはAAST gradeⅣ～Ⅴであっても無症状であれば、初療時のCTでfollow up CTの適応を判断すべきであると主張している<sup>26)</sup>。AUAによるガイドライン(2020年)<sup>27)</sup>においてはAAST gradeⅣ～Ⅴまたは合併症の臨床的兆候(発熱や側腹部痛の増悪、貧血の進行、腹部膨満など)があった場合にfollow up CTを推奨しており、また、AAST gradeⅣ～Ⅴの場合は尿貯留腫や出血などを発症しやすいため48時間後にfollow up CTを考慮するとの記載がある。このように有症状例についてはfollow up CTを躊躇すべきではないが、WSES-AASTのガイドライン(2019年)<sup>28)</sup>では定期的にCT検査を繰り返すことは推奨されていないことを考えると、現状では無症状例についてはすべてのケースでfollow up CTが必要とは言い難いと思われる。本邦においては海外に比べて高エネルギー外傷に伴う鈍的重症腎外傷の場合が多いため、受傷後にfollow up CTが行われているケースが大部分と思われる。腎損傷のみの評価であれば初療時の状況での判断が重要と思われ<sup>26)</sup>、高エネルギー外傷後にfollow up CTが行われた際には初療時に異常がなかった臓器も含めて腹部臓器全般をしっかりと評価することが重要であると考えられる。

小児においてはX線被曝低減の重要性も含めてfollow up CTの必要性に乏しく、バイタルサインや採血データ、超音波検査で異常を認めた場合のみCT再検を行うべきであり<sup>29)</sup>、小児の場合は初回CTで腎外傷が指摘できなかった場合はfollow up CTの有用性はない<sup>30)</sup>。

超音波検査は簡便でベッドサイドでも検査可能であり腹腔内や後腹膜腔内の液体を評価するには優れているものの、初療における腎損傷の検出率は20%程度<sup>31)</sup>であり、感度は67%、特異度は99.8%、腎損傷に限って評価すると感度は55.6%、特異度99.8%だった<sup>32)</sup>。超音波検査はある程度の有効性があるものの重要所見を見落とす可能性もあるためCTなど追加検査を施行すべきであり<sup>30, 31)</sup>、超音波検査の役割は限定的である<sup>11)</sup>。

MRIは放射線被曝がなく、造影剤なしでもさまざまな情報を得ることができ、血腫の存在が腎内か腎周囲かの判断や腎実質の小さな裂傷の検出にはCTよりも優れているとの報告がある<sup>33)</sup>。しかし、撮影時間は長く、装置の構造上患者観察も不十分となるほか、横隔膜や腹壁の動きによるアーチファクトが起きやすいため、MRIの有用性は限定的である<sup>11, 31)</sup>。

…参考文献…

- 1) 日本外傷学会外傷初期診療ガイドライン改訂第6版編集委員会編：日本外傷学会，日本救急医学会 監修 外傷初期診療ガイドラインJATEC. 改訂第6版. pp.1-354, へるす出版, 東京, 2021
- 2) 安田光宏, 溝端康光: JATEC が推奨する外傷初期診療—腹部外傷で認められる異常とその対応. 救急医 35 : 255-261, 2011
- 3) Huber-Wagner S, Lefering R, Qvick LM, et al : Effect of whole-body CT during trauma resuscitation on survival : A retrospective, multicenter study. Lancet 373 : 1455-1461, 2009
- 4) Wurmb TE, Frühwald P, Hopfner W, et al : Whole-body multislice computed tomography as the first line diagnostic tool in patients with multiple injuries : the focus on time. J Trauma 66 : 658-665, 2009
- 5) Wurmb TE, Quaisser C, Balling H, et al : Whole-body multislice computed tomography (MSCT) improves trauma care in patients requiring surgery after multiple trauma. Emerg Med J 28 : 300-304, 2011
- 6) Kanz KG, Paul AO, Lefering R, et al : Trauma management incorporating focused assessment with computed tomography in trauma (FACTT) : Potential effect on survival. J Trauma Manag Outcomes 4 : 4, 2010
- 7) Huber-Wagner S, Biberthaler P, Häberle S, et al : Whole-body CT in haemodynamically unstable severely injured patients : A retrospective, multicentre study. PLoS One 8 : e68880, 2013
- 8) Smith J, Caldwell E, D'Amours S, Jalaludin B, Sugrue M : Abdominal trauma : a disease in evolution. ANZ J Surg 75 : 790-794, 2005
- 9) 高松公晴, 中島洋介, 石田勝, 他 : 日本外傷学会腎損傷分類 2008 (JAST 分類 2008) に基づいた鈍的腎外傷 207 例の初期治療選択因子の検討. 日泌会誌 107 : 13-20, 2016
- 10) 新垣義孝, 宮内孝治, 松浦謙二, ぐし宮城正典, 本竹秀光 : 腎外傷 559 例の治療方針の検討—II 型 III 型を中心に—. 日外傷会誌 22 : 81-88, 2008
- 11) Chien LC, Herr KD, Archer-Arroyo K, Vakil M, Hanna TN : Review of Multimodality Imaging of Renal Trauma. Radiol Clin North Am 58 : 965-979, 2020
- 12) Dayal M, Gamanagatti S, Kumar A : Imaging in renal trauma. World J Radiol 5 : 275-284, 2013
- 13) Vasile M, Bellin MF, Hélénon O, Mourey I, Cluzel P : Imaging evaluation of renal trauma. Abdom Imaging 25 : 424-430, 2000
- 14) Smith JK, Kenney PJ : Imaging of renal trauma. Radiol Clin North Am 41 : 1019-1035, 2003
- 15) Kawashima A, Sandler CM, Corl FM, et al : Imaging of renal trauma : a comprehensive review. Radiographics 21 : 557-574, 2001
- 16) Goldman SM, Sandler CM : Urogenital trauma : imaging upper GU trauma. Eur J Radiol 50 : 84-95, 2004
- 17) Hagiwara A, Sakaki S, Goto H, et al : The role of interventional radiology in the management of blunt renal injury : a practical protocol. J Trauma 51 : 526-531, 2001
- 18) Alonso RC, Nacenta SB, Martinez PD, Guerrero AS, Fuentes CG : Kidney in danger : CT findings of blunt and penetrating renal trauma. Radiographics 29 : 2033-2053, 2009
- 19) Harris AC, Zwirewich CV, Lyburn ID, Torreggiani WC, Marchinkow LO : CT findings in blunt renal trauma. Radiographics 21 : S201-214, 2001
- 20) Fischer W, Wanaselja A, Steenburg SD : JOURNAL CLUB : Incidence of Urinary Leak and Diagnostic Yield of Excretory Phase CT in the Setting of Renal Trauma. AJR Am J Roentgenol 204 : 1168-1172, 2015
- 21) Raz O, Haifler M, Copel L, et al : Use of adult criteria for slice imaging may limit unnecessary radiation exposure in children presenting with hematuria and blunt abdominal trauma. Urology 77 : 187-190, 2011
- 22) Okur MH, Arslan S, Aydogdu B, et al : Management of high-grade renal injury in children.



- Eur J Trauma Emerg Surg 43 : 99-104, 2017
- 23) Blankenship JC, Gavant ML, Cox CE, Chauhan RD, Gingrich JR : Importance of delayed imaging for blunt renal trauma. World J Surg 25 : 1561-1564, 2001
  - 24) Dugi DD 3rd, Morey AF, Gupta A, Nuss GR, Sheu LG, Pruitt JH : American Association for the Surgery of Trauma grade 4 renal injury substratification into grades 4a (low risk) and 4b (high risk). J Urol 183 : 592-597, 2010
  - 25) Shirazi M, Sefidbakht S, Jahanabadi Z, Asadolahpour A, Afrasiabi MA : Is early reimaging CT scan necessary in patients with grades III and IV renal trauma under conservative treatment? J Trauma 68 : 9-12, 2010
  - 26) Bayne DB, Tresh A, Baradaran N, et al : Does routine repeat imaging change management in high-grade renal trauma? Results from three level 1 trauma centers. World J Urol 37 : 1455-1459, 2019
  - 27) Morey AF, Broghammer JA, Hollowell CMP, McKibben MJ, Souter L : Urotrauma Guideline 2020 : AUA Guideline. J Urol 205 : 30-35, 2021
  - 28) Coccolini F, Moore EE, Kluger Y, et al : Kidney and uro-trauma : WSES-AAST guidelines. World J Emerg Surg 14 : 54, 2019
  - 29) Eeg KR, Khoury AE, Halachmi S, et al : Single center experience with application of the ALARA concept to serial imaging studies after blunt renal trauma in children--is ultrasound enough? J Urol 181 : 1834-1840, 2009
  - 30) Mizzi A, Shabani A, Watt A : The role of follow-up imaging in pediatric blunt abdominal trauma. Clin Radiol 57 : 908-912, 2002
  - 31) Ather MH, Noor MA : Role of imaging in the evaluation of renal trauma. J Pak Med Assoc 52 : 423-428, 2002
  - 32) McGahan PJ, Richards JR, Bair AE, Rose JS : Ultrasound detection of blunt urological trauma : a 6-year study. Injury 36 : 762-770, 2005
  - 33) Ku JH, Jeon YS, Kim ME, Lee NK, Park YH : Is there a role for magnetic resonance imaging in renal trauma? Int J Urol 8 : 261-267, 2001

## CQ9

## 腎外傷に対する非手術療法 (nonoperative management : NOM) の適応と方法は？ 合併症の種類と頻度，診断，治療は？

NOM は循環動態が落ち着いていれば損傷度や受傷原因にかかわらず小児も含めて第一選択である。統計学的に腹部他臓器損傷の合併，あるいは腎損傷度が高いほど NOM が継続不可能となる傾向があり管理の際は留意する。合併症として尿溢流・高血圧・遅発性出血・腎機能不全・腎の感染症を念頭に置く (推奨グレード B)。

### 解説

他の腹部実質臓器外傷と同様に腎外傷に対する NOM は，造影 CT による診断能の向上，IVR，泌尿器科的低侵襲処置，集中治療室やハイブリッドルームの導入と相まって，ここ数十年で大幅に増加したとされ<sup>1)</sup>，AAST GradeⅢ以上や穿通性外傷でも第一選択という方針が受け入れられている<sup>1~4)</sup>。NOM 施行率について鈍的外傷で 87.9 ~ 97.6%<sup>4~6)</sup>，穿通性外傷で 17.9 ~ 92.5%<sup>4, 5, 7, 8)</sup> との報告がある。NOM 適応を判断するためには，初診時に循環動態が落ち着いていることが必要条件である。すなわちショックバイタルでなく適切な輸液療法により収縮期血圧が 90mmHg 以上に保たれており，ヘマトクリット値が連続的に安定しているならば，損傷度や受傷原因のみならず小児も含めて，まず NOM で完結することを念頭に治療を開始するという考え方が一般的と思われる<sup>1, 9~12)</sup>。NOM の普及に TAE の役割は欠かせない<sup>13)</sup>。この適応を CT 所見で判定する海外の報告はあるが<sup>14, 15)</sup>，わが国の JAST 分類でも適応を解析した報告がある<sup>16, 17)</sup>。JAST 分類は血腫や尿溢流の広がり进行分类する独自の基準が設定されており，その有用性を支持する海外からの意見もある<sup>18)</sup>。

入院から 24 時間以上経過後の NOM 逸脱率は，その定義を TAE，尿溢流ドレナージといった低侵襲治療にまで広めると 2.7%，開腹救済手術のみに狭めると 0.8% といった報告がある<sup>19)</sup>。逸脱の予測因子は腎損傷度・他臓器損傷度・穿通性外傷であり，AAST grade V は特にそのリスクが高かった。穿通性外傷に NOM を施行したところ逸脱率は 8% でその独立した危険因子は腹部合併臓器損傷と腎損傷度であったという報告もあり<sup>7)</sup>，NOM を選択した際に留意すべきである。

NOM 開始時の方法として一致している意見は<sup>4, 11)</sup>，頻回なバイタルサインとヘモグロビン / ヘマトクリットの測定・継続的な腹部診察・輸液である。AAST GradeⅣ & V では，初期の 24 時間は 6 時間ごとの血液検査が適切との方針提示もある<sup>20)</sup>。血流のない腎実質の存在・明らかな軟部組織損傷・腸管あるいは膀胱合併損傷・免疫抑制状態は感染のリスクと考えられ，発熱やこれらの要素を有していない Grade I ~ Ⅲ の損傷ならば抗生剤投与は必須ではない<sup>20)</sup>。一方，AAST GradeⅣ & V では 48 ~

72時間は投与することが推奨される<sup>20)</sup>。NOMは“治療のパッケージ”と見なす意見もある<sup>21)</sup>。すなわち、このような保存的治療から開始して必要に応じて段階を踏みつつ低侵襲治療に移行しNOMとして治療完結をめざす。それにもかかわらず状態が安定しない場合は、外科的手術に踏み切ることも重要である。

医原性腎外傷の原因として、経皮的腎結石破砕術<sup>22, 23)</sup>、経皮的腎生検<sup>24)</sup>、体外衝撃波結石破砕術<sup>25)</sup>をはじめ腎瘻造設、腎移植、内視鏡的腎盂形成術、血管内操作といったさまざまな術式があり、その頻度は手技によって1.8%から15%と報告されているが<sup>26)</sup>、治療介入を要する重度の外傷は稀である。軽度の損傷はNOMで対処すべきである。仮性動脈瘤や腎動静脈瘻が発生し出血が持続すればTAEで治療する<sup>22, 26)</sup>。

NOMを施行した後に腎盂腎炎、尿溢流、腎膿瘍、腎静脈血栓、遷延する腎出血、仮性動脈瘤、腎機能不全といった合併症発生率が2.5%であったという報告がある<sup>27)</sup>。さらに穿通性外傷に対しNOMを行った場合は、腎臓に由来しない急性呼吸促迫症候群・肺炎・深部静脈血栓といった全身的な合併症も含めるとその頻度は11.2～17.9%と報告されている<sup>7, 8)</sup>。

尿溢流は深在性腎外傷にしばしば発症する合併症であるが、自然軽快が60.0～91.2%で認められる<sup>28～30)</sup>。造影剤静注5～10分後の尿路排泄相やさらに遅いタイミングの遅延相CTが診断に有用とされる<sup>31)</sup>。尿溢流を伴ったAAST Grade IV鈍的外傷に対して尿管ステント留置や経皮的ドレナージといった処置の施行率は16.8～30.8%との報告がある<sup>32～34)</sup>。治療について海外のガイドラインによるとAUAでは尿管ステント留置を第一選択とし、不十分な場合は経皮的ドレナージを追加することを勧めているが<sup>35)</sup>、EAUではどちらを優先すべきか定めていない<sup>36)</sup>。

高血圧発症率は平均的に5.2%との報告があるが<sup>37)</sup>、個々の研究により解析方法に相違があるため幅は広い。小児鈍的腎外傷でNOMを対象とした16文献の解析では2週間～17年の経過観察で4.2%に高血圧を認めていた<sup>6)</sup>。血液の貯留を伴った腎中極内側裂傷と高い損傷度が予測因子との報告がある<sup>38)</sup>。動静脈瘻・腎動脈狭窄または閉塞(Goldblatt kidney)・腎圧迫による血流障害(Page kidney)が誘因となり、高血圧性脳症として急に症状が現れることもある。ほとんどのケースは内服薬治療で十分だが<sup>2)</sup>、動脈修復術や腎摘除術が適応となる場合がある<sup>2, 37)</sup>。

遅発性出血は、通常、仮性動脈瘤・動静脈瘻の破綻が引き金となり、刺創で多いとされる<sup>39)</sup>。NOMで対処した穿通性腎外傷に対し治療を要する遅発性出血発症率は2.8～9.7%との報告がある一方<sup>8, 40, 41)</sup>、深在性刺創に限定すれば23.5%とさらに高率であった<sup>42)</sup>。突然の血尿が症状であり造影CTやドプラー超音波検査が診断に有用である<sup>1)</sup>。治療はTAEが主体であるが<sup>43)</sup>、対処不能の場合は開腹手術も選択肢となる<sup>39)</sup>。

NOM後の腎機能を<sup>99m</sup>Tc-DMSA (Technetium 99m labeled dimercaptosuccinic acid)腎シンチで評価した諸家の報告によるとAAST Grade III:80%, Grade IV:39～70%, Grade V:0～11%であり、機能低下の予測因子は損傷度<sup>44)</sup>、血流のない腎実質の割合であった<sup>33, 45)</sup>。Shekarら<sup>46)</sup>は、小児のAAST Grade IVの鈍的外傷

において治療後腎機能を解析し、保存的治療を継続するより、早期に適切に低侵襲治療を併用し NOM を完遂した方が腎機能の改善に寄与できる可能性を提示している。

文献的には尿路感染症は 1.7～11%、膿瘍形成は 0～5% と報告されている<sup>20, 27, 47, 48)</sup>。特に腸管・膵臓の合併損傷を併発すると重症化する<sup>47, 49)</sup>。適切な抗生剤投与と経皮的ドレナージで治療するが、時に開腹手術が必要になる。

#### …参考文献…

- 1) Coccolini F, Moore EE, Kluger Y, et al : Kidney and uro-trauma : WSES-AAST guidelines. *World J Emerg Surg* 14 : 54, 2019
- 2) Petrone P, Perez-Calvo J, Brathwaite CEM, Islam S, Joseph DK : Traumatic kidney injuries : A systematic review and meta-analysis. *Int J Surg* 74 : 13-21, 2020
- 3) Mingoli A, La Torre M, Migliori E, et al : Operative and nonoperative management for renal trauma : comparison of outcomes. A systematic review and meta-analysis. *Ther Clin Risk Manag* 13 : 1127-1138, 2017
- 4) Salem MS, Urry RJ, Kong VY, Clarke DL, Bruce J, Laing GL : Traumatic renal injury : Five-year experience at a major trauma centre in South Africa. *Injury* 51 : 39-44, 2020
- 5) Mann U, Zemp L, Rourke KF : Contemporary management of renal trauma in Canada : A 10-year experience at a level 1 trauma centre. *Can Urol Assoc J* 13 : E177-E182, 2019
- 6) Hagedorn JC, Fox N, Ellison JS, et al : Pediatric blunt renal trauma practice management guidelines : Collaboration between the Eastern Association for the Surgery of Trauma and the Pediatric Trauma Society. *J Trauma Acute Care Surg* 86 : 916-925, 2019
- 7) El Hechi MW, Nederpelt C, Kongkaewpaisan N, et al : Contemporary management of penetrating renal trauma - A national analysis. *Injury* 51 : 32-38, 2020
- 8) Resch TR, Kufera JA, Chiu W, Scalea TM : Penetrating Renal Trauma : Nonoperative Management Is Safe in Selected Patients. *Am Surg* 85 : 266-272, 2019
- 9) Schellenberg M, Benjamin E, Piccinini A, Inaba K, Dometriades D : Selective nonoperative management of renal gunshot wounds. *J Trauma Acute Care Surg* 87 : 1301-1307, 2019
- 10) Keihani S, Xu Y, Presson AP, et al : Contemporary management of high-grade renal trauma : Results from the American Association for the Surgery of Trauma Genitourinary Trauma study. *J Trauma Acute Care Surg* 84 : 418-425, 2018
- 11) LeeVan E, Zmora O, Cazzulino F, Burke RV, Zagory J, Upperman JS : Management of pediatric blunt renal trauma : A systematic review. *J Trauma Acute Care Surg* 80 : 519-528, 2016
- 12) Morey AF, Broghammer JA, Hollowell CMP, McKibben MJ, Souter L : Urotrauma Guideline 2020 : AUA Guideline. *J Urol* 205 : 30-35, 2021
- 13) Voelzke BB, Leddy L : The epidemiology of renal trauma. *Transl Androl Urol* 3 : 143-149, 2014
- 14) Nuss GR, Morey AF, Jenkins AC, et al : Radiographic predictors of need for angiographic embolization after traumatic renal injury. *J Trauma* 67 : 578-582, 2009
- 15) Keihani S, Putbresi BE, Rogers DM, et al : The associations between initial radiographic findings and interventions for renal hemorrhage after high-grade renal trauma : Results from the Multi-Institutional Genitourinary Trauma Study. *J Trauma Acute Care Surg* 86 : 974-982, 2019
- 16) 田村芳美, 大木亮, 富田健介, 大塚保宏, 野村昌史, 大木一成 : 利根中央病院における腎外傷症例の臨床的検討 - スノーボード外傷を中心とした考察 -. *日外傷会誌* 30 : 297-303, 2016
- 17) 高松公晴, 中島洋介, 石田勝, 他 : 日本外傷学会腎損傷分類 2008 (JAST 分類 2008) に基づいた鈍的腎外傷 207 例の初期治療選択因子の検討. *日泌会誌* 107 : 13-20, 2016
- 18) Keihani S, Rogers DM, Putbresi BE, et al : The American Association for the Surgery of Trauma renal injury grading scale : Implications of the 2018 revisions for injury reclassifica-

- tion and predicting bleeding interventions. *J Trauma Acute Care Surg* 88 : 357-365, 2020
- 19) Bjurlin MA, Fantus RJ, Fantus RJ, Villines D : Comparison of nonoperative and surgical management of renal trauma : Can we predict when nonoperative management fails? *J Trauma Acute Care Surg* 82 : 356-361, 2017
  - 20) McCombie SP, Thyer I, Corcoran NM, et al : The conservative management of renal trauma : a literature review and practical clinical guideline from Australia and New Zealand. *BJU Int* 114 Suppl 1 : 13-21, 2014
  - 21) Sujenthiran A, Elshout PJ, Veskimae E, et al : Is Nonoperative Management the Best First-line Option for High-grade Renal trauma? A Systematic Review. *Eur Urol Focus* 5 : 290-300, 2019
  - 22) Kervancioglu S, Gelebek Yilmaz F, Erturhan S : Endovascular management of vascular complications after percutaneous nephrolithotomy. *Vasa* 43 : 459-464, 2014
  - 23) Ekelund L, Lindstedt E, Lundquist SB, Sundin T, White T : Studies on renal damage from percutaneous nephrolitholapaxy. *J Urol* 135 : 682-685, 1986
  - 24) Ralls PW, Barakos JA, Kaptein EM, et al : Renal biopsy-related hemorrhage : frequency and comparison of CT and sonography. *J Comput Assist Tomogr* 11 : 1031-1034, 1987
  - 25) Rubin JI, Arger PH, Pollack HM, et al : Kidney changes after extracorporeal shock wave lithotripsy : CT evaluation. *Radiology* 162 : 21-24, 1987
  - 26) Summerton DJ, Kitrey ND, Lumen N, Serafetinidis E, Djakovic N : EAU guidelines on iatrogenic trauma. *Eur Urol* 62 : 628-639, 2012
  - 27) Starnes M, Demetriades D, Hadjizacharia P, Inaba K, Best C, Chan L : Complications following renal trauma. *Arch Surg* 145 : 377-381, 2010
  - 28) Alsikafi NK, McAninch JW, Elliott SP, Garcia M : Nonoperative management outcomes of isolated urinary extravasation following renal lacerations due to external trauma. *J Urol* 176 : 2494-2497, 2006
  - 29) Russell RS, Gomelsky A, McMahon DR, Andrews D, Nasrallah P : Management of grade IV renal injury in children. *J Urol* 166 : 1049-1050, 2001
  - 30) Matthews LA, Smith EM, Spirnark JP : Nonoperative treatment of major blunt renal lacerations with urinary extravasation. *J Urol* 157 : 2056-2058, 1997
  - 31) Kawashima A, Sandler CM, Corl FM, et al : Imaging of renal trauma : a comprehensive review. *Radiographics* 21 : 557-574, 2001
  - 32) Lee JN, Lim JK, Woo MJ, et al : Predictive factors for conservative treatment failure in grade IV pediatric blunt renal trauma. *J Pediatr Urol* 12 : 93.e1-e7, 2016
  - 33) Lanchon C, Fiard G, Arnoux V, et al : High Grade Blunt Renal Trauma : Predictors of Surgery and Long-Term Outcomes of Conservative Management. A Prospective Single Center Study. *J Urol* 195 : 106-111, 2016
  - 34) Umbreit EC, Routh JC, Husmann DA : Nonoperative management of nonvascular grade IV blunt renal trauma in children : meta-analysis and systematic review. *Urology* 74 : 579-582, 2009
  - 35) Morey AF, Brandes S, Dugi DD 3rd, et al : Urotrauma : AUA guideline. *J Urol* 192 : 327-335, 2014
  - 36) Kitrey ND, Djakovic N, Hallscheidt P, et al : EAU Guidelines on Urological Trauma. 2021 : Available from : <https://uroweb.org/guideline/urological-trauma/>
  - 37) Watts RA, Hoffbrand BI : Hypertension following renal trauma. *J Hum Hypertens* 1 : 65-71, 1987
  - 38) Osterberg EC, Awad MA, Murphy GP, et al : Renal Trauma Increases Risk of Future Hypertension. *Urology* 116 : 198-204, 2018
  - 39) Broghammer JA, Fisher MB, Santucci RA : Conservative management of renal trauma : a review. *Urology* 70 : 623-629, 2007
  - 40) Hadjipavlou M, Grouse E, Gray R, et al : Managing penetrating renal trauma : experience from two major trauma centres in the UK. *BJU Int* 121 : 928-934, 2018

- 41) Moolman C, Navsaria PH, Lazarus J, Pontin A, Nicol AJ : Nonoperative management of penetrating kidney injuries : a prospective audit. *J Urol* 188 : 169-173, 2012
- 42) Wessells H, McAninch JW, Meyer A, Bruce J : Criteria for nonoperative treatment of significant penetrating renal lacerations. *J Urol* 157 : 24-27, 1997
- 43) Heyns CF, van Vollenhoven P : Increasing role of angiography and segmental artery embolization in the management of renal stab wounds. *J Urol* 147 : 1231-1234, 1992
- 44) Tasian GE, Aaronson DS, McAninch JW : Evaluation of renal function after major renal injury : correlation with the American Association for the Surgery of Trauma Injury Scale. *J Urol* 183 : 196-200, 2010
- 45) Fiard G, Rambeaud JJ, Descotes JL, et al : Long-term renal function assessment with dimercapto-succinic acid scintigraphy after conservative treatment of major renal trauma. *J Urol* 187 : 1306-1309, 2012
- 46) Shekar PA, Ansari MS, Yadav P, Srivastava A : Functional outcome in pediatric grade IV renal injuries following blunt abdominal trauma salvaged with minimally invasive interventions. *J Pediatr Urol* 16 : 657.e1-657.e9, 2020
- 47) van der Wilden GM, Velmahos GC, Joseph DK, et al : Successful nonoperative management of the most severe blunt renal injuries : a multicenter study of the research consortium of New England Centers for Trauma. *JAMA Surg* 148 : 924-931, 2013
- 48) Broghammer JA, Langenburg SE, Smith SJ, Santucci RA : Pediatric blunt renal trauma : its conservative management and patterns of associated injuries. *Urology* 67 : 823-827, 2006
- 49) Santucci RA, Fisher MB : The literature increasingly supports expectant (conservative) management of renal trauma--a systematic review. *J Trauma* 59 : 493-503, 2005

## CQ10 腎外傷に伴う尿溢流はドレナージが必要か？

他臓器損傷や血管損傷がなく循環動態が安定していれば初期の段階では自然消褪を期待する。発熱や腹痛などの臨床症状が遷延すればCT所見も参考に尿溢流ドレナージを施行すべきである（推奨グレードC1）。尿管ステント留置あるいは経皮的ドレナージの選択は、処置の利点・欠点も理解した上で、症例ごとに十分検討して行う（推奨グレードB）。

### 解説

尿溢流は深在性腎外傷にしばしば発症する合併症であり、1989年以降の成人を対象とした24文献で尿溢流発生頻度を評価したメタ解析によると<sup>1)</sup>、AAST Grade III～Vで29% (95%CI: 17～42%)、Grade IV～Vに絞れば51% (95%CI: 38～64%)とされている。しかし、自然軽快が60.0～91.2%でみられるといった報告もあり<sup>2～4)</sup>、治療介入の時期と適応、その方法については議論の余地がある。

尿溢流自然消褪の可能性を予測するためには、尿路の通過性が保たれていることを画像で確認することが必要といった報告がある<sup>5, 6)</sup>。しかし溢流が消退せず放置すると膿瘍化し尿管あるいは腎周囲の線維化を誘発し、腎盂尿管閉塞あるいは遅発性高血圧のリスクを増大させるので、適切なタイミングで治療を行うべきである<sup>7)</sup>。ドレナージ施行の状況や時期については発熱や腹痛が遷延し、CTで尿溢流が原因と判断された受傷3日後から3週間以内という報告が多い<sup>2, 7～10)</sup>。統計学的な解析では、凝血塊による尿路閉塞、38.5℃以上の発熱、集合管領域の凝血塊、4cm以上の尿貯留腫がドレナージが必要な有意な予測因子とされる<sup>8, 11)</sup>。

外傷性尿溢流が自然治癒しない場合、腎を温存することを目的に尿管ステント留置<sup>12～15)</sup>、腎瘻造設を含む経皮的ドレナージ<sup>9, 16, 17)</sup>、またはその併用<sup>9, 18)</sup>といった3通りの方法が広く選択されている。

腎外傷で尿溢流が発生するには、腎機能が維持され尿が産生されること、集合管領域に裂傷があり尿が周囲組織に漏出すること、尿管閉塞の要因があること、といった3要素が必要とされるが、Philpottら<sup>14)</sup>は第3の要素が過小評価されていると述べている。尿管ステント留置が有効な適応は、器質的な尿路狭窄を伴い損傷側尿管が造影されない場合や、凝血塊による尿管閉塞を認める場合と報告されている<sup>13, 15, 17)</sup>。さらに尿管ステント留置は、採尿バッグやカテーテルケアが不要で、心理的負担が軽減できQOLを改善するとの理由から小児でも有用とされる<sup>14, 19)</sup>。一方、経皮的ドレナージ単独治療についてMoranoら<sup>16)</sup>は、尿管周囲血腫による閉塞は一時的であり、持続的な尿管狭窄がなければ経皮的ドレナージが有効であると述べている。腎周囲に大

きな尿貯留腫があると吸収に時間を要するため、経皮的ドレナージは感染増悪と膿瘍形成を防ぐ目的で重要とする報告や<sup>18)</sup>、経皮的ドレナージにより23例を治療した新垣ら<sup>17)</sup>は成人であれば超音波ガイド下に局所麻酔で施行でき簡便であると述べている。

医原性の腎外傷は、主に軽微な血管損傷にとどまる<sup>20)</sup>。ほとんどは保存的治療で対応可能であり、症例によりTAEが施行される。しかし、経皮的腎手術で尿貯留腫<sup>21)</sup>や脾腎瘻孔<sup>22)</sup>が発生した報告も稀にあり、経皮的ドレナージや尿管ステント留置で治療されていた。

ドレナージ方法を選択・施行する上での問題点や工夫を述べた報告も散見される。Keihaniら<sup>1, 23)</sup>は、尿溢流を有する29%の症例で尿管ステントが留置されていたと報告したが、その過度な使用に警鐘を鳴らしている。つまりステント留置は尿管狭窄や結石による閉塞を解除する目的で広く行う方法であるが、留置のための内視鏡操作が腎周囲の滲出物を拡散し、血腫や尿貯留腫の感染リスクを増大させる懸念である。Chebbiら<sup>24)</sup>は、尿溢流を伴ったAAST Grade IV鈍的腎外傷を入院後早期に尿管ステント留置を施行した群と、経過観察を施行した群とに分類し多施設コホート研究を行った。尿溢流残存率(50.9%対42.5% : p値=0.27)のみならず、二次的な上部尿路ドレナージ率(26.4%対16% : p=0.14)、二次的な腎摘除率(0%対2.8% : p=0.34)、外傷による死亡率(0%対1.8% : p=0.99)でも両群間に有意な差を認めなかった。その一因として尿管ステントによるドレナージ効果の不確実性をあげるとともに、無作為化前向き比較試験による再検証の必要性を訴えている<sup>1)</sup>。一方、Umbreitら<sup>19)</sup>は経皮的ドレナージでは、カテ先位置の移動によりドレナージ効果が変わるといった欠点を指摘している。中島ら<sup>25)</sup>は経皮的ドレナージの適応条件として、著しい腎盂損傷のないこと、進行性の貧血がないこと、十分な穿刺スペースが確保できることを提唱している。ドレナージはまず尿管ステント留置で行い、その効果を増強させたい場合には、拡張が可能である経皮的ドレナージを併用すべきといった方針も見受けられる<sup>26)</sup>。

無作為化比較対照試験が行われていない現状を鑑みれば、尿管ステント留置と経皮的ドレナージでどちらの方法が初期対応として優先されるべきかの明確なエビデンスはいまだに見当たらない。海外のガイドラインはあるがほとんどがエキスパートオピニオンで構成されており、大規模な多施設の前向き試験が待望される<sup>23)</sup>。現段階では両処置の特性を理解し、症例ごとに患者の全身状態を考慮して、経尿道的操作と経皮的操作のいずれが適切かを判断して選択することが重要と思われる。

#### …参考文献…

- 1) Keihani S, Anderson RE, Fiander M, et al : Incidence of urinary extravasation and rate of ureteral stenting after high-grade renal trauma in adults : a meta-analysis. *Transl Androl Urol* 7 (Suppl 2) : s169-s178, 2018
- 2) Alsikafi NF, McAninch JW, Elliott SP, Garcia M : Nonoperative management outcomes of isolated urinary extravasation following renal lacerations due to external trauma. *J Urol* 176 : 2494-2497, 2006



- 3) Russell RS, Gomelsky A, McMahon R, Andrews D, Nasrallah PF : Management of grade IV renal injury in children. *J Urol* 166 : 1049-1050, 2001
- 4) Matthews LA, Smith EM, Spirnark JP : Nonoperative treatment of major blunt renal lacerations with urinary extravasation. *J Urol* 157 : 2056-2058, 1997
- 5) 菊地美奈, 亀山紘司, 堀江憲吾, 他 : 保存的治療を行ったⅢ型鈍的腎外傷後の尿嚢腫の3例. *泌紀* 60 : 615-620, 2014
- 6) 関口由紀, 宮井啓国, 野口和美, 穂坂正彦, 竹林茂生, 石塚栄一 : 開放手術を施行せず治癒し得た尿溢流を伴う腎断裂の2例. *泌紀* 44 : 875-878, 1998
- 7) Gill B, Palmer LS, Reda E, Franco I, Kogan SJ, Levitt SB : Optimal renal preservation with timely percutaneous intervention : a changing concept in the management of blunt renal trauma in children in the 1990s. *Br J Urol* 74 : 370-374, 1994
- 8) Reese JN, Fox JA, Cannon GM Jr, Ost MC : Timing and predictors for urinary drainage in children with expectantly managed grade IV renal trauma. *J Urol* 192 : 512-518, 2014
- 9) Eassa W, El-Ghar MA, Jednak R, El-Sherbiny M : Nonoperative management of grade 5 renal injury in children : does it have a place? *Eur Urol* 57 : 154-163, 2010
- 10) Rogers CG, Knight V, MacUra KJ, Ziegfeld S, Paidas CN, Mathews RI : High-grade renal injuries in children—Is conservative management possible? *Urology* 64 : 574-579, 2004
- 11) Long JA, Fiard G, Descotes JL, et al : High-grade renal injury : non-operative management of urinary extravasation and prediction of long-term outcomes. *BJU Int* 111 : E249-255, 2013
- 12) Coccolini F, Moore EE, Kluger Y, et al : Kidney and uro-trauma : WSES-AAST guidelines. *World J Emerg Surg* 14 : 54, 2019
- 13) Cannon GM Jr, Polsky EG, Smaldone MC, et al : Computerized tomography findings in pediatric renal trauma—Indications for early intervention? *J Urol* 179 : 1529-1533, 2008
- 14) Philpott JM, Nance ML, Carr MC, Canning DA, Stafford PW : Ureteral stenting in the management of urinoma after severe blunt renal trauma in children. *J Pediatr Surg* 38 : 1096-1098, 2003
- 15) Haas CA, Reigle MD, Selzman AA, Elder JS, Spirnark JP : Use of ureteral stents in the management of major renal trauma with urinary extravasation : Is there a role? *J Endourol* 12 : 545-549, 1998
- 16) Morano JU, Burkhalter JL : Percutaneous catheter drainage of post-traumatic urinoma. *J Urol* 134 : 319-321, 1985
- 17) 新垣義孝, 宮内孝治, 松浦謙二, ぐし宮城正典, 本竹秀光 : 腎外傷 559 例の治療方針の検討—Ⅱ型Ⅲ型を中心に—. *日外傷会誌* 22 : 81-88, 2008
- 18) Salem HK, Morsi HA, Zakaria A : Management of high-grade renal injuries in children after blunt abdominal trauma : experience of 40 cases. *J Pediatr Urol* 3 : 223-229, 2007
- 19) Umbreit EC, Routh JC, Husmann DA : Nonoperative management of nonvascular grade IV blunt renal trauma in children : meta-analysis and systematic review. *Urology* 74 : 579-582, 2009
- 20) Summerton DJ, Kitrey ND, Lumen N, Serafetinidis E, Djakovic N : EAU guidelines on iatrogenic trauma. *Eur Urol* 62 : 628-639, 2012
- 21) Di Grazia E, D'Arrigo L, Saita A, et al : Subcapsular Kidney Urinoma After Percutaneous Nephrolithotomy. *J Endourol Case Rep* 3 : 52-56, 2017
- 22) Cone EB, Jibara G, Wollin D, Preminger GM : Subcapsular Splenic Urinoma and Splenorenal Fistula : A New Complication of Percutaneous Nephrolithotomy. *J Endourol Case Rep* 3 : 134-137, 2017
- 23) Keihani S, Anderson RE, Hotaling JM, Myers JB : Diagnosis and management of urinary extravasation after high-grade renal trauma. *Nat Rev Urol* 16 : 54-64, 2019
- 24) Chebbi A, Peyronnet B, Giwerc A, et al : Observation vs. early drainage for grade IV blunt renal trauma : a multicenter study. *World J Urol* 39 : 963-969, 2021
- 25) 中島洋介, 北野光秀, 吉井宏 : 鈍的腎外傷の評価と治療方針について. *泌外* 21 : 147-154, 2008
- 26) Morey AF, Brandes S, Dugi DD 3rd, et al : Urotrauma : AUA guideline. *J Urol* 192 : 327-335, 2014

## CQ11

## 腎外傷に対する非手術療法（nonoperative management : NOM）での経カテーテル動脈塞栓術（trans-catheter arterial embolization : TAE）の適応と合併症は？ 合併症の種類と頻度，診断，治療は？

腎損傷における TAE の適応は，循環動態が安定していることが前提である。造影 CT で造影剤の血管外漏出像が認められる症例のうち，深在性の腎損傷や血腫が厚い場合は血管造影検査の適応と考える。血管造影検査で造影剤の血管外漏出像が認められれば，TAE の適応と判断する。TAE は有用であり合併症の頻度も低い。再出血した場合はまずは TAE を試みる。主な合併症には腎機能障害があげられるが自然軽快する場合が多い（推奨グレード B）。

### 解説

#### 1. 適応

腎損傷における TAE の適応としては，まず緊急手術の適応ではないことが前提となる（CQ12 参照）。NOM の際には造影 CT 所見により，TAE の適応が検討される。造影 CT での造影剤の血管外漏出像の有無が指標になる。Nuss ら<sup>1)</sup> は，AAST grade III 以上の 52 症例を検討し，CT で血管外漏出像が認められる 8 症例中 4 例 (50%)，Charbit ら<sup>2)</sup> は，AAST grade III 以上の 13 例中 7 例 (54%) で TAE が必要であったと報告している。また Keihani ら<sup>3)</sup> は，多施設での AAST grade III 以上の 326 例のデータから血管外漏出像が認められれば治療介入が必要になる可能性が血管外漏出像を認めない症例の 5.9 倍になると報告している。血管外漏出像以外の所見としては血腫の厚みに関する報告<sup>3~5)</sup>があり，CT の Axial における腎門部レベルでの血腫の厚みの 3.5cm を基準にしている。血腫の厚みが 1cm 増すごとに治療介入リスクは 30% 増加するともいわれている<sup>3)</sup>。腎実質の損傷形態に関しては，内側部分と外側部分の両側が損傷している場合<sup>4)</sup>や損傷の深さが 2.5cm 以上の場合<sup>3)</sup>に TAE の適応を検討する。

一方で，TAE が不必要な CT 所見としては，血管外漏出像が認められないことがあげられる。Nuss ら<sup>1)</sup> は，血管外漏出像が認められなければ TAE が不要 (42 例中 0 例) であったと報告し，Charbit ら<sup>2)</sup> は，血管外漏出像が認められず，血腫の厚みも 2.5cm 未満であれば，TAE が不要 (34 例中 0 例) であったと報告している。CT で血管外漏出像が認められても，血管造影検査で同様に血管外漏出像が認められるとは限らない。Fu ら<sup>6)</sup> は CT で血管外漏出像が認められ血管造影検査を行った 26 例を検討し，造影 CT で Gerota 筋膜の連続性が全周性に保たれている症例，AAST grade IV/V 以外の症例，多発外傷患者の重症度評価法である ISS が低い症例において血管造影検査での血管外漏出像を認めない症例が有意に多かったと報告している。また Yuan ら<sup>7)</sup> も，CT で血管外漏出像が認められた 41 症例のうち，13 例において

血管造影検査では血管外漏出像が認められず、そのため12例では塞栓術を施行せず、再出血例はそのうちの1例(8.3%)だけであったと報告している。

このように造影CTの所見はTAEの適応を決める重要な役割を果たすが、造影CTから血管造影検査を行うまでの間で自然止血される症例も少なからずあり、血管造影検査およびTAEの適応については議論の余地がある。その適応についてはCT画像を含めた検査所見、他臓器の合併損傷の有無や程度を含めた全身状態、抗凝固薬や抗血小板薬の内服の有無、施設の診療体制などを総合的に考慮して決めるべきである。

## 2. 有用性と合併症

外傷におけるTAEの成功率は、73.8～100%と高い<sup>8-14)</sup>。そのなかで、Menakerら<sup>8)</sup>の報告では、24時間の輸血量が多い症例ではNOMが不成功になりやすく、損傷程度別ではAAST gradeⅣでは17例中3例(17.6%)で不成功になっている。AAST gradeⅤに限定すると0～100%とばらつきが存在する<sup>10, 11)</sup>。穿通性外傷の報告は1990年代の1編のみであり、Easthamら<sup>15)</sup>は技術的成功11/16(68.8%)、臨床的成功9/16(56.3%)と報告している。医原性出血に限定しても、成功率は71.7～100%と高く、まずはTAEでの止血を試みるべきである<sup>16-18)</sup>。

早期合併症として、再出血があげられるが、TAEが失敗しても2回目のTAEの成功率は80～100%と高く、TAE後に再出血しても再度TAEを試みることは有用と考えられる<sup>19-21)</sup>。

その他に、外傷によるショックの影響やCTや血管造影検査による造影剤の影響、また塞栓により正常腎実質も少なからず血流障害となるために、合併症として腎機能障害があげられる。しかしながら腎損傷に対するTAEの腎機能障害への影響については統一した意見はない。Guoら<sup>17)</sup>は、腎損傷に対するTAEではないが、医原性腎損傷や腎動静脈瘻に対する腎TAE前の腎機能障害がなかった27例ではTAE後も腎機能障害が発生しなかったと報告している。また、前向きに腹部骨盤外傷における100例のTAE前後の血清クレアチニン値を検討したVassiliuらの報告によると、5例(5%)において、25%以上の血清クレアチニン値の上昇がみられたが、全例とも5日後には、TAE前の値に戻っていた<sup>22)</sup>。また彼らはTAE後には一時的に腎機能障害がみられることがあるものの、腎損傷の有無には関係なく、また腎損傷に対するTAEでは一時的な腎機能障害は9例中1例のみで認められ、臓器による有意差はなかったと報告している<sup>22)</sup>。一方、腎損傷においてTAEの有無に関係なく一時的に腎機能障害が認められることがあるが、多くは改善すると報告されている<sup>23, 24)</sup>。Saourら<sup>23)</sup>は、腎損傷に対するTAEにより48時間後に腎機能障害が発生しても、96時間後には回復していることが多いことを示している。さらに彼らはこの報告のなかでAAST gradeⅢ以上の腎損傷でNOMを行った症例を検討し、TAEを施行した10例のうち48時間後には3例(30%)、96時間後には1例(10%)で腎機能障害(血清クレアチニン値の1.5以上の上昇もしくはGFRの25%以上の低下)が認められたが、同様の背景のTAEを施行しなかった42例においても48時間後には14例(33.3%)、

96時間後には4例(9.5%)で腎機能障害が認められており、TAEの有無は腎機能障害に有意な影響を及ぼしていなかったと報告している<sup>23)</sup>。しかしながら、腎損傷に対するTAEにより腎機能障害が残存したという報告もある。Moritaら<sup>13)</sup>は、AAST gradeIVでTAEを施行した17例を、腎動態シンチグラフィを用いて検討し、4例(23.5%)において3ヵ月後の損傷腎のGFRは20mL/min/1.73m<sup>2</sup>以下に低下しており、うち3例では6ヵ月後の再検査では損傷腎のGFRは30mL/min/1.73m<sup>2</sup>以上に改善していたが、1例では6ヵ月後にも改善がみられず、損傷腎のGFRは20mL/min/1.73m<sup>2</sup>以下のままであったとしている。TAE後の腎機能障害に対して一時的に血液透析を行うような症例は稀である。しかしTAE前の血清クレアチニン値が高かった症例(4.5mg/dL)において、維持血液透析導入に至った症例の報告<sup>20)</sup>もあり、術前の腎機能障害が高度な症例では注意を要する。

また稀な合併症として、腎血管性高血圧が報告されている<sup>15, 20)</sup>。

#### …参考文献…

- 1) Nuss GR, Morey AF, Jenkins AC, et al : Radiographic predictors of need for angiographic embolization after traumatic renal injury. *J Trauma* 67 : 578-582 ; discussion 582, 2009
- 2) Charbit J, Manzanera J, Millet I, et al : What are the specific computed tomography scan criteria that can predict or exclude the need for renal angioembolization after high-grade renal trauma in a conservative management strategy? *J Trauma* 70 : 1219-1227 ; discussion 1227-1228, 2011
- 3) Keihani S, Putbrese BE, Rogers DM, et al : The associations between initial radiographic findings and interventions for renal hemorrhage after high-grade renal trauma : Results from the Multi-Institutional Genitourinary Trauma Study. *J Trauma Acute Care Surg* 86 : 974-982, 2019
- 4) Dugi DD 3rd, Morey AF, Gupta A, Nuss GR, Sheu GL, Pruitt JH : American Association for the Surgery of Trauma grade 4 renal injury substratification into grades 4a (low risk) and 4b (high risk). *J Urol* 183 : 592-597, 2010
- 5) Lin WC, Lin CH, Chen JH, et al : Computed tomographic imaging in determining the need of embolization for high-grade blunt renal injury. *J Trauma Acute Care Surg* 74 : 230-235, 2013
- 6) Fu CY, Wu SC, Chen RJ, et al : Evaluation of need for angioembolization in blunt renal injury : discontinuity of Gerota's fascia has an increased probability of requiring angioembolization. *Am J Surg* 199 : 154-159, 2010
- 7) Yuan KC, Wong YC, Lin BC, Kang SC, Liu EH, Hsu YP : Negative catheter angiography after vascular contrast extravasations on computed tomography in blunt torso trauma : an experience review of a clinical dilemma. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 20 : 46, 2012
- 8) Menaker J, Joseph B, Stein DM, Scalea TM : Angiointervention : high rates of failure following blunt renal injuries. *World J Surg* 35 : 520-527, 2011
- 9) Yanagi M, Suzuki Y, Hamasaki T, et al : Early Transcatheter Arterial Embolization for the American Association for the Surgery of Trauma Grade 4 Blunt Renal Trauma in Two Institutions. *J Nippon Med Sch* 85 : 204-207, 2018
- 10) Sadick M, Röhrl B, Schnülle P, Düber C, Diehl SJ : Multislice CT-angiography in percutaneous postinterventional hematuria and kidney bleeding : Influence of diagnostic outcome on therapeutic patient management. Preliminary results. *Arch Med Res* 38 : 126-132, 2007
- 11) Brewer ME Jr, Strnad BT, Daley BJ, et al : Percutaneous embolization for the management of grade 5 renal trauma in hemodynamically unstable patients : initial experience. *J Urol* 181 : 1737-1741, 2009

- 12) Dinkel HP, Danuser H, Triller J : Blunt renal trauma : minimally invasive management with microcatheter embolization experience in nine patients. *Radiology* 223 : 723-730, 2002
- 13) Morita S, Inokuchi S, Tsuji T, et al : Arterial embolization in patients with grade-4 blunt renal trauma : evaluation of the glomerular filtration rates by dynamic scintigraphy with <sup>99m</sup>Technetium-diethylene triamine pentacetic acid. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 18 : 11, 2010
- 14) Eassa W, El-Ghar MA, Jednak R, El-Sherbiny M : Nonoperative management of grade 5 renal injury in children : does it have a place? *Eur Urol* 57 : 154-161, 2010
- 15) Eastham JA, Wilson TG, Larsen DW, Ahlering TE : Angiographic embolization of renal stab wounds. *J Urol* 148 (2 Pt 1) : 268-270, 1992
- 16) Chiramel GK, Keshava SN, Moses V, Kekre N, Tamilarasi V, Devasia A : Clinical outcomes of endovascularly managed iatrogenic renal hemorrhages. *Indian J Radiol Imaging* 25 : 380-390, 2015
- 17) Guo H, Wang C, Yang M, et al : Management of iatrogenic renal arteriovenous fistula and renal arterial pseudoaneurysm by transarterial embolization : A single center analysis and outcomes. *Medicine (Baltimore)* 96 : e8187, 2017
- 18) Zeng D, Liu G, Sun X, et al : Transarterial embolization for serious renal hemorrhage following renal biopsy. *J Xray Sci Technol* 21 : 401-407, 2013
- 19) Corr P, Hacking G : Embolization in traumatic intrarenal vascular injuries. *Clin Radiol* 43 : 262-264, 1991
- 20) Mohsen T, El-Assmy A, El-Diasty T : Long-term functional and morphological effects of transcatheter arterial embolization of traumatic renal vascular injury. *BJU Int* 101 : 473-477, 2008
- 21) Hotaling JM, Sorensen MD, Smith TG 3rd, Rivara FP, Wessells H, Voelzke BB : Analysis of diagnostic angiography and angioembolization in the acute management of renal trauma using a national data set. *J Urol* 185 : 1316-1320, 2011
- 22) Vassiliu P, Sava J, Toutouzas KG, Velmahos GC : Is contrast as bad as we think? Renal function after angiographic embolization of injured patients. *J Am Coll Surg* 194 : 142-146, 2002
- 23) Saour M, Charbit J, Millet I, et al : Effect of renal angioembolization on post-traumatic acute kidney injury after high-grade renal trauma : a comparative study of 52 consecutive cases. *Injury* 45 : 894-901, 2014
- 24) Liu FY, Wang MQ, Fan QS, Wang ZJ, Duan F, Song P : Emergency intervention therapy for renal vascular injury. *Chin J Traumatol* 12 : 81-86, 2009

## CQ12

## 腎外傷に対する手術療法（operative management:OM）の適応と術式は？ 合併症の種類と頻度、診断、治療は？ 他臓器合併損傷に対する開腹時の renal exploration の適応は？

- ・腎外傷に対する OM の主な適応は、持続する血行動態不安定、AAST Grade V の血管損傷または穿通性外傷、TAE をはじめとした NOM での腎外傷による血行動態の破綻、UPJ 断裂である（推奨グレード B）。
- ・重度の腹腔内臓器損傷による即時開腹手術での renal exploration の適応は、拍動性または拡大性の腎周囲血腫である（推奨グレード C1）。
- ・腎外傷の出血に対する早期 OM の術式は、止血可能なら腎温存術（腎縫合術、腎部分切除術、大網被覆術など）を試みるべきだが、止血困難なら腎摘除術が必要となる。UPJ 断裂に対する OM については、血行動態が安定していれば即時修復術が望ましい（推奨グレード C1）。
- ・OM では、高い死亡率（0～29%）と合併症率（10～76%）が報告され、代表的合併症として、尿路感染症、腎不全、尿溢流、出血、尿貯留腫、腎周囲膿瘍などがある。

### 解説

EAU の診療ガイドラインでは、持続的な血行動態の不安定および AAST grade V の血管損傷あるいは穿通性外傷は、開腹手術が推奨されている<sup>1)</sup>。しかし、近年の腎外傷に対する治療は、輸液・輸血療法による外傷初期蘇生や TAE の適用によって血行動態が安定すれば、腎損傷の解剖学的重症度にかかわらず NOM を行うことが主流となっている。腎外傷からの出血に対する OM の主な適応は、時代の変遷や鈍的あるいは穿通性といった受傷機転による相違はあるが、TAE をはじめとした NOM での血行動態の破綻である<sup>2～6)</sup>。一方、重度の腹腔内臓器損傷による即時開腹手術での renal exploration は<sup>7～11)</sup>、拍動または拡大する腎周囲血腫が適応であり、安定した後腹膜血腫では不要である。銃創での術中に IVP の所見を用いたところ、重症型腎損傷（AAST Grade III～V）と判断される場合は OM を要する可能性が高かった（Grade III：78～84%，IV：94～100%，V：100%）という報告がある<sup>10, 12)</sup>。

腎外傷の出血に対する OM の術式には、腎摘除術と腎温存術（腎縫合術、腎部分切除術、大網被覆術など）がある<sup>13)</sup>。OM の手技として、後腹膜の開放前に腎門部の血管をルーチンに確保する必要はない<sup>8, 14)</sup>。術中判断により、出血が制御されれば腎温存術を試みるべきだが、救命目的での出血制御のために 30～61% は腎摘除術が必要となる<sup>5, 15～17)</sup>。

腎外傷の尿溢流に対しては、尿管ステント留置、腎瘻造設術、尿貯留腫への経皮的

ドレナージ術を含めた NOM により大部分は治療可能である<sup>1, 2, 18)</sup>。しかし UPJ 断裂や腎盂破裂が疑われる場合は、持続する尿溢流から後腹膜膿瘍や腎喪失に進展しえるため、状況に応じた早急な診断と治療が必要である<sup>18)</sup>。この UPJ 断裂と腎盂破裂については、質の高いエビデンスは乏しいものの OM の適応と考えられている<sup>8, 18, 19)</sup>。UPJ 断裂に対する根治的手術術式は、開放手術による腎盂・尿管の控滅組織に対するデブリードマンと緊張のない腎盂尿管吻合術であるが<sup>20)</sup>、必要に応じて尿ドレナージ（尿管ステント留置または腎瘻造設術）を置いても良いとされる<sup>20, 21)</sup>。この UPJ 断裂の治療様式は診断時期や患者の血行動態により多様となる。UPJ 断裂では、重篤な腹腔内損傷あるいは大動脈損傷を合併することも多く<sup>20, 21)</sup>、術前の画像診断なしに開腹手術所見のみで診断される場合がある。もしこのような場合で血行動態が不安定であれば、出血制御を最優先すべきであり<sup>1, 2)</sup>、腎瘻造設術と後腹膜ドレナージを選択して後日修復術を行うことが推奨される<sup>20)</sup>。また骨盤外傷などにより手術体位がとれない場合や UPJ 断裂の診断が1週間以上遅延した場合も同様に扱う。もし血行動態が安定しており、受傷直後の開腹手術所見で診断された場合や受傷後数日以内に画像診断された場合であれば、尿管損傷と同様に UPJ 断裂に対する即時修復術が望ましいと考えられる<sup>19~21)</sup>。

腎外傷早期の OM では、NOM の死亡率（0～3%）と比較して、有意に高い死亡率（0～29%）が報告されている<sup>6)</sup>。特に腎摘除術の患者では死亡率が高い（43%）<sup>22)</sup>が、この腎摘除後の死亡率の高さは、銃創や併存する腹部・頭部外傷といった多発外傷による全身的影響<sup>22, 23)</sup>や術後の敗血症<sup>24)</sup>との関連性が示されている。腎摘除術の予測因子には AAST Grade V や穿通性外傷があるが<sup>5, 15, 17, 25)</sup>、これらに対する前向き研究での NOM の成功率は、AAST Grade V で 52%<sup>4)</sup>、銃創による腎損傷で 30～39%<sup>12)</sup>である。よって、AAST Grade V や穿通性外傷であっても必ずしも OM とはならず、安全に NOM を行える場合があることに留意すべきである。

また腎外傷に対する OM では、NOM の合併症率（5～32%）と比較して、有意に高い合併症率（10～76%）が報告されている<sup>6)</sup>。OM の代表的合併症として、腎関連では、尿路感染症（3.2～4.1%）、腎不全（2.1～4.6%）、尿溢流（1.7%）、持続・遅発性出血（0.6～1.7%）、尿貯留腫（0～0.8%）、腎周囲膿瘍（0.2～0.6%）があり、非腎関連では、肺炎（25%）、深部静脈血栓症（8%）、手術創感染（6%）がある<sup>6, 16, 26)</sup>。腎関連合併症の頻度については、NOM（2.5%）よりも OM（7.0%）で2倍以上高く、術式別では腎摘除術（6.4%）や腎部分切除術（3.8%）よりも腎縫合術（10.5%）で高かった<sup>26)</sup>。

術後腎不全の発生に関しては、腎温存術（0～1.1%）よりも腎摘除術（4.6～29%）で高いことが報告されており<sup>24, 26)</sup>、腎摘除術による腎喪失リスクが懸念される。しかし腎摘除術と腎温存術において年齢・重症度・受傷機転をマッチさせた各群 59 例の比較研究では、術後の腎機能障害発生率（腎摘除術 10% vs 腎温存術 14%：p=0.57）と透析施行率（腎摘除術 5% vs 腎温存術 0%：p=0.12）に有意差は認めず<sup>27)</sup>、必ずしも腎摘除術よりも腎温存術が術後の腎機能維持に有利とはいえないと報告され

た。以上より OM の術式選択については、出血制御が容易なら腎温存術を試みるべきであるが、片腎や両側重症腎損傷でない場合の救命目的での OM では、腎温存術に固執すべきでない。また腎莖部損傷に対する OM について、腎動脈本幹損傷に対する腎摘除術と動脈修復術で術後の腎不全発生率は、有意差を認めないものの腎摘除術の方がむしろ良い（腎摘除術 8% (2/23) vs 動脈修復術 25% (2/8) :  $p=0.29$ ) と報告された<sup>28)</sup>。また重度の腎実質損傷 (AAST Grade V) を合併する鈍的腎莖部損傷では、動脈修復術で再灌流しても術後の腎予後改善を望めないため（術後腎転帰良好率：動脈修復術 25% (1/4) vs 即時腎摘除術 83% (15/18)），対側腎が機能する限り即時腎摘除術を推奨する報告もある<sup>29)</sup>。

医原性腎損傷に対して、報告が少ないために治療法が確立しているとはいえないが、一般外傷による腎損傷と同様に治療して良いとされる<sup>30, 31)</sup>。

#### …参考文献…

- 1) Kitrey ND, Djakovic N, Hallscheidt P, et al : EAU guidelines on urological trauma. Eur Urol 2021. [https://uroweb.org/guideline/urological-trauma/#4\\_1](https://uroweb.org/guideline/urological-trauma/#4_1) (accessed 2021-5-17)
- 2) Morey AF, Broghammer JA, Hollowell CMP, McKibben MJ, Souter L : Urotrauma Guideline 2020 : AUA Guideline. J Urol 205 : 30-35, 2021
- 3) Umbreit EC, Routh JC, Husmann DA : Nonoperative management of nonvascular grade IV blunt renal trauma in children : meta-analysis and systematic review. Urology 74 : 579-582, 2009
- 4) Lanchon C, Fiard G, Arnoux V, et al : High Grade Blunt Renal Trauma : Predictors of Surgery and Long-Term Outcomes of Conservative Management. A Prospective Single Center Study. J Urol 195 : 106-111, 2016
- 5) Keihani S, Xu Y, Presson AP, et al : Contemporary management of high-grade renal trauma : Results from the American Association for the Surgery of Trauma Genitourinary Trauma study. J Trauma Acute Care Surg 84 : 418-425, 2018
- 6) Sujenthiran A, Elshout PJ, Veskimae E, et al : Is Nonoperative Management the Best First-line Option for High-grade Renal trauma? A Systematic Review. Eur Urol Focus 5 : 290-300, 2019
- 7) Heyns CF, de Klerk DP, de Kock ML : Stab wounds associated with hematuria—a review of 67 cases. J Urol 130 : 228-231, 1983
- 8) Corriere JN Jr, McAndrew JD, Benson GS : Intraoperative decision-making in renal trauma surgery. J Trauma 31 : 1390-1392, 1991
- 9) McAninch JW, Carroll PR, Klosterman PW, Dixon CM, Greenblatt MN : Renal reconstruction after injury. J Urol 145 : 932-937, 1991
- 10) Velmahos GC, Demetriades D, Cornwell EE 3rd, et al : Selective management of renal gunshot wounds. Br J Surg 85 : 1121-1124, 1998
- 11) Shariat SF, Jenkins A, Roehrborn CG, Karam JA, Stage KH, Karakiewicz PI : Features and outcomes of patients with grade IV renal injury. BJU Int 102 : 728-733 ; discussion 733, 2008
- 12) Voelzke BB, McAninch JW : Renal gunshot wounds : clinical management and outcome. J Trauma 66 : 593-600 ; discussion 600-601, 2009
- 13) McClung CD, Hotaling JM, Wang J, Wessells H, Voelzke BB : Contemporary trends in the immediate surgical management of renal trauma using a national database. J Trauma Acute Care Surg 75 : 602-606, 2013
- 14) Gonzalez RP, Falimirski M, Holevar MR, Evankovich C : Surgical management of renal trauma : is vascular control necessary? J Trauma 47 : 1039-1042 ; discussion 1042-1044, 1999



- 15) Davis KA, Reed RL 2nd, Santaniello J, et al : Predictors of the need for nephrectomy after renal trauma. *J Trauma* 60 : 164-169 ; discussion 169-170, 2006
- 16) van der Wilden GM, Velmahos GC, Joseph DK, et al : Successful nonoperative management of the most severe blunt renal injuries : a multicenter study of the research consortium of New England Centers for Trauma. *JAMA Surg* 148 : 924-931, 2013
- 17) Wessells H, Suh D, Porter JR, et al : Renal injury and operative management in the United States : results of a population-based study. *J Trauma* 54 : 423-430, 2003
- 18) Morey AF, Brandes S, Dugi DD 3rd, et al : Urotrauma : AUA guideline. *J Urol* 192 : 327-335, 2014
- 19) Voelzke BB, McAninch JW : The current management of renal injuries. *Am Surg* 74 : 667-678, 2008
- 20) Brandes S, Coburn M, Armenakas N, McAninch J : Diagnosis and management of ureteric injury : an evidence-based analysis. *BJU Int* 94 : 277-289, 2004
- 21) Pereira BM, Ogilvie MP, Gomez-Rodriguez JC, et al : A review of ureteral injuries after external trauma. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 18 : 6, 2010
- 22) DiGiacomo JC, Rotondo MF, Kauder DR, Schwab CW : The role of nephrectomy in the acutely injured. *Arch Surg* 136 : 1045-1049, 2001
- 23) Resch TR, Kufera JA, Chiu W, Scalea TM : Penetrating Renal Trauma : Nonoperative Management Is Safe in Selected Patients. *Am Surg* 85 : 266-272, 2019
- 24) Narrod JA, Moore EE, Posner M, Peterson NE : Nephrectomy following trauma-impact on patient outcome. *J Trauma* 25 : 842-844, 1985
- 25) Salem MS, Urry RJ, Kong VY, Clarke DL, Bruce J, Laing GL : Traumatic renal injury : Five-year experience at a major trauma centre in South Africa. *Injury* 51 : 39-44, 2020
- 26) Starnes M, Demetriades D, Hadjizacharia P, Inaba K, Best C, Chan L : Complications following renal trauma. *Arch Surg* 145 : 377-381 ; discussion 381-382, 2010
- 27) Velmahos GC, Constantinou C, Gkiokas G : Does nephrectomy for trauma increase the risk of renal failure? *World J Surg* 29 : 1472-1475, 2005
- 28) Elliott SP, Olweny EO, McAninch JW : Renal arterial injuries : a single center analysis of management strategies and outcomes. *J Urol* 178 : 2451-2455, 2007
- 29) Knudson MM, Harrison PB, Hoyt DB, et al : Outcome after major renovascular injuries : a Western trauma association multicenter report. *J Trauma* 49 : 1116-1122, 2000
- 30) Aminsharifi A, Irani D, Eslahi A : Massive hemorrhage after percutaneous nephrolithotomy : saving the kidney when angioembolization has failed or is unavailable. *Int J Surg* 12 : 872-876, 2014
- 31) Chiramel GK, Keshava SN, Moses V, Kekre N, Tamilarasi V, Devasia A : Clinical outcomes of endovascularly managed iatrogenic renal hemorrhages. *Indian J Radiol Imaging* 25 : 380-390, 2015

## CQ13 腎外傷の診療における小児と成人との相違点は？

小児では、成人よりも腎周囲を保護する強度が解剖学的に弱いことから、腎外傷が重症化しやすい特徴がある。小児の腎損傷のほとんどは、鈍的外傷であり、AAST Grade I～Ⅲの軽症型である。小児の腎外傷では、Grade IV/Vの重症型腎損傷であっても、NOMが奏効することが多く、持続または遅発性出血に対しても、血行動態が安定していればTAEをはじめとしたNOMが強く推奨される（推奨グレードB）。

### 解説

小児腎外傷では、受傷機転の90%程度は鈍的外傷であり<sup>1, 2)</sup>、多くはAAST Grade I～Ⅲの軽症型である<sup>1)</sup>。しかしながら小児は腎周囲脂肪織が少なく、腹部の筋肉組織が弱く、骨性胸郭の割合が少ないといった解剖的特徴があり、外力に対して腎臓が保護されにくいため、成人と比較して重症が多い<sup>1, 2)</sup>。また鈍的腎外傷の受傷原因の割合として、成人ではMVC 63%、転落 14%、歩行者車両事故 4%であるのに対して、小児ではMVC (30%) が少なく、転落 (27%) と歩行者車両事故 (13%) が多かった<sup>3)</sup>。近年、特に四輪バギー (All-terrain vehicle) の事故による深刻な腎外傷が増えていると報告されている<sup>4, 5)</sup>。しかしながら、小児の腎損傷ではAAST Grade IV/Vの重症型であってもNOMが奏効することが多い<sup>6)</sup>。AAST Grade IVの鈍的腎損傷において、11%が血行動態不安定でOMとなり、最終的に5%に腎摘除術が行われたが、95%は腎温存可能であったと報告されている<sup>7)</sup>。そうした結果を受けて、近年ではAAST Grade Ⅲ～Vの鈍的腎損傷においては、持続または遅発性出血があっても、血行動態が安定していればTAEをはじめとしたNOMが強く推奨されている<sup>2, 8)</sup>。

また小児の腎外傷診療においては腎臓あるいは尿管の疾病が偶然見つかることがあり<sup>9)</sup>、診療過程では腎臓や尿管の疾病を念頭に置く必要がある。

### …参考文献…

- 1) Grimsby GM, Voelzke B, Hotaling J, Sorensen MD, Koyle M, Jacobs MA : Demographics of pediatric renal trauma. J Urol 192 : 1498-1502, 2014
- 2) Hagedorn JC, Fox N, Ellison JS, et al : Pediatric blunt renal trauma practice management guidelines : Collaboration between the Eastern Association for the Surgery of Trauma and the Pediatric Trauma Society. J Trauma Acute Care Surg 86 : 916-925, 2019
- 3) Voelzke BB, Leddy L : The epidemiology of renal trauma. Transl Androl Urol 3 : 143-149, 2014

- 4) Wu HY, Gaines BA : Dirt bikes and all terrain vehicles : the real threat to pediatric kidneys. J Urol 178 (4 Pt 2) : 1672-1674, 2007
- 5) Dangle PP, Fuller TW, Gaines B, et al : Evolving Mechanisms of Injury and Management of Pediatric Blunt Renal Trauma-20 Years of Experience. Urology 90 : 159-163, 2016
- 6) Jacobs MA, Hotaling JM, Mueller BA, Koyle M, Rivara F, Voelzke BB : Conservative management vs early surgery for high grade pediatric renal trauma-do nephrectomy rates differ? J Urol 187 : 1817-1822, 2012
- 7) Umbreit EC, Routh JC, Husmann DA : Nonoperative management of nonvascular grade IV blunt renal trauma in children : meta-analysis and systematic review. Urology 74 : 579-582, 2009
- 8) Fitzgerald CL, Tran P, Burnell J, Broghammer JA, Santucci R : Instituting a conservative management protocol for pediatric blunt renal trauma : evaluation of a prospectively maintained patient registry. J Urol 185 : 1058-1064, 2011
- 9) Onen A, Kaya M, Cigdem MK, Otçu S, Oztürk H, Dokucu AI : Blunt renal trauma in children with previously undiagnosed pre-existing renal lesions and guidelines for effective initial management of kidney injury. BJU Int 89 : 936-941, 2002

## CQ14

## 尿管外傷の受傷機転の特徴と診断に有用な臨床所見、検査所見、画像診断法はどのようなものがあるか？

尿管外傷はほとんどが医原性である。医原性の尿管損傷は術中には見落とされることが多い。術中の診断には膀胱鏡検査が有用である。術後では腹痛、腰痛、嘔吐、熱発などの症状や血清クレアチニン値の上昇が尿管損傷を疑う所見である。画像診断法としては超音波検査、CT検査が有用である。外傷性の尿管損傷では肉眼的血尿や顕微鏡的血尿が尿管損傷を疑う所見である。外傷性の尿管損傷では他臓器損傷により試験開腹されることが多く、その際に尿管損傷を見落とさないことが重要である。

## 解説

## 1. 医原性の尿管損傷の受傷機転

尿管外傷はほとんどが医原性である<sup>1)</sup>。医原性の尿管損傷の原因でもっとも多いのは婦人科手術（55～65%）、次いで一般外科手術（15～25%）、泌尿器科手術（11～25%）と続く<sup>2, 3)</sup>。施設や対象疾患などにより頻度が異なり同じ術式でも幅があるが、主な術式の尿管損傷の頻度は、子宮全摘除術で0.3～1.8%<sup>4～10)</sup>、結腸直腸手術で0.11～0.25%<sup>11～13)</sup>、前立腺全摘除術で0.04～0.1%<sup>14～16)</sup>と報告されている。その他にも経尿道的尿管碎石術<sup>17～19)</sup>、骨盤臓器脱手術<sup>20)</sup>、経膈恥骨上式尿道スリング手術（Tension Free Vaginal Tape：TVT）<sup>21)</sup>などで報告されている。

## 2. 医原性の尿管損傷のリスク

子宮全摘除術では子宮内膜症の既往<sup>22, 23)</sup>や癒着胎盤のある帝王切開に伴う子宮全摘除術<sup>6, 24)</sup>が尿管損傷のリスクと報告されている。特に癒着胎盤のある帝王切開に伴う子宮全摘除術の尿管損傷の頻度は4.7～7.7%と非常に高い<sup>6, 24)</sup>。子宮全摘除術において腹腔鏡手術が尿管損傷のリスクかどうかは統一した見解はない。Liangらの子宮頸癌に対する子宮全摘除術18,447例の多施設共同研究では尿管損傷の頻度は0.45%（83/18,447例）であり、腹腔鏡手術の方が開腹手術より頻度が高かった（1.02% vs 0.21% OR 3.83）<sup>9)</sup>。一方、Brummerらの良性婦人科疾患に対する子宮全摘除術5,279例の多施設共同研究では尿管損傷は0.3%で開腹手術と腹腔鏡手術に有意な頻度の差はなかった<sup>10)</sup>。また大腸癌の手術では、腹腔鏡手術、直腸癌、進行癌がリスクであると報告されている<sup>12, 13)</sup>。

## 3. 外傷性の尿管損傷の受傷機転

外傷性の尿管損傷はほとんどが穿通性の損傷である。95.2～100%が腹部の他臓器

損傷を合併している<sup>25~29)</sup>。大腸損傷 (35.5 ~ 88.3%)、小腸損傷 (8.3 ~ 51.7%) などを合併し、これらの他臓器損傷に対して試験開腹されることが多く術中に尿管損傷と診断がされることが多い<sup>25~29)</sup>。

#### 4. 損傷形態

エネルギーデバイスの普及により断裂や縫い込みなどの直接的な尿管損傷の他に熱損傷によって術後に尿管壁の壊死を引き起こし術後に尿管損傷と診断される間接的な尿管損傷が増えている<sup>30, 31)</sup>。

#### 5. 診断時期

開放手術では術中に尿管損傷を診断できないことも多い<sup>32)</sup>。婦人科手術においては尿管損傷を術中に診断できたのは10.0 ~ 82.6%と報告されており、施設によって大幅に差がある<sup>10, 31, 33~38)</sup>。また穿通性の腹部外傷による尿管損傷で試験開腹前の画像検査と試験開腹中の検索によって診断されるのは75 ~ 95.5%と報告されている<sup>22~26)</sup>。外傷性の尿管損傷も見落とされることがあり、穿通性の腹部外傷では尿管損傷を念頭に置くべきである。

#### 6. 臨床症状 / 身体所見

腹部外傷による尿管損傷では血尿が尿管損傷を積極的に疑う所見である。報告によると外傷による尿管損傷において53 ~ 85%で血尿を認めていた<sup>22~26)</sup>。ただし血尿を伴わないことも多いため受傷機転などから尿管損傷が疑われる場合は積極的に画像検査を行うべきである。医原性尿管損傷では術後の腰痛、腹痛、発熱、嘔吐、乏尿、無尿などが尿管損傷を疑う所見である<sup>32, 39)</sup>。

#### 7. 検査所見

術後の尿管損傷の診断においては血清クレアチニン値が有用であるという報告が婦人科手術において散見される。術翌日の血清クレアチニン値の0.3mg/dL以上の上昇は尿管損傷の存在を示唆する<sup>40~42)</sup>。

#### 8. 画像診断

##### (1) 術中

膀胱鏡検査が術中の診断に有用である<sup>8, 43)</sup>。術中の膀胱鏡検査の有用性については良性の婦人科手術を対象としたメタアナリシスの報告がある。その報告では尿管損傷自体の頻度は0.3%であったが、術後に尿管損傷が見つかる頻度は術中にルーチンで膀胱鏡検査を行う群は0.07%であったのに対し、行わない群は0.16%と多かった<sup>4)</sup>。One shot IVPも尿管損傷の検査として行われる。Azimuddinらは穿通性の腹部外傷に伴う尿管損傷の症例を対象に後ろ向きに調べ、試験開腹前と試験開腹中にone shot IVPを行った症例のうち14%で尿管損傷の診断がつき42%で尿管損傷を疑う所見を

認めたと報告している<sup>22)</sup>。One shot IVP では診断が難しいことが多いことを念頭におく必要がある。

## (2) 術後

超音波検査が術後の診断に有用である。一般的に超音波検査による水腎症の描出が診断に有用である。また Wu らは超音波検査により尿管から膀胱内へ流入する尿流を確認することにより早期の診断が可能であると報告している<sup>5)</sup>。また逆行性腎盂尿管造影や造影 CT の排泄相も尿管損傷部位や尿溢流の程度が評価でき有用である<sup>39)</sup>。特に造影 CT は逆行性腎盂造影より容易に行える上、損傷部周囲の液体貯留などの評価も合わせて行える。

## …参考文献…

- 1) 新垣義孝, 中村信之, 松岡政紀, 大山朝弘, 宮里尚義: 腎外傷, 尿管損傷の診断と治療. 西日泌 53 : 665-669, 1991
- 2) Parpala-Spårman T, Paananen I, Santala M, Ohtonen P, Hellström P : Increasing numbers of ureteric injuries after the introduction of laparoscopic surgery. Scand J Urol Nephrol 42 : 422-427, 2008
- 3) Bašić D, Ignjatović I, Potić M : Iatrogenic ureteral trauma : a 16-year single tertiary centre experience. Srp Arh Celok Lek 143 : 162-168, 2015
- 4) Teeluckdharry B, Gilmour D, Flowerdew G : Urinary Tract Injury at Benign Gynecologic Surgery and the Role of Cystoscopy : A Systematic Review and Meta-analysis. Obstet Gynecol 126 : 1161-1169, 2015
- 5) Wu HH, Yang PY, Yeh GP, Chou PH, Hsu JC, Lin KC : The detection of ureteral injuries after hysterectomy. J Minim Invasive Gynecol 13 : 403-408, 2006
- 6) Alanwar A, Al-Sayed HM, Ibrahim AM, et al : Urinary tract injuries during cesarean section in patients with morbid placental adherence : retrospective cohort study. J Matern Fetal Neonatal Med 32 : 1461-1467, 2019
- 7) Taniguchi F, Wada-Hiraike O, Hirata T, et al : A nationwide survey on gynecologic endoscopic surgery in Japan, 2014-2016. J Obstet Gynaecol Res 44 : 2067-2076, 2018
- 8) Likic IS, Kadija S, Ladjevic NG, et al : Analysis of urologic complications after radical hysterectomy. Am J Obstet Gynecol 199 : 644.e1-644.e3, 2008
- 9) Liang C, Liu P, Cui Z, et al : Effect of laparoscopic versus abdominal radical hysterectomy on major surgical complications in women with stage IA-II B cervical cancer in China, 2004-2015. Gynecol Oncol 156 : 115-123, 2020
- 10) Brummer TH, Jalkanen J, Fraser J, et al : FINHYST, a prospective study of 5279 hysterectomies : complications and their risk factors. Hum Reprod 26 : 1741-1751, 2011
- 11) Halabi WJ, Jafari MD, Nguyen VQ, et al : Ureteral injuries in colorectal surgery : an analysis of trends, outcomes, and risk factors over a 10-year period in the United States. Dis Colon Rectum 57 : 179-186, 2014
- 12) Palaniappa NC, Telem DA, Ranasinghe NE, Divino CM : Incidence of iatrogenic ureteral injury after laparoscopic colectomy. Arch Surg 147 : 267-271, 2012
- 13) Sawkar HP, Kim DY, Thum DJ, et al : Frequency of lower urinary tract injury after gastrointestinal surgery in the nationwide inpatient sample database. Am Surg 80 : 1216-1221, 2014
- 14) Lepor H, Nieder AM, Ferrandino MN : Intraoperative and postoperative complications of radical retropubic prostatectomy in a consecutive series of 1,000 cases. J Urol 166 : 1729-1733, 2001
- 15) Gao X, Zhou JH, Li LY, Qiu JG, Pu XY : Laparoscopic radical prostatectomy : oncological and functional results of 126 patients with a minimum 3-year follow-up at a single Chinese insti-

- tute. *Asian J Androl* 11 : 548-556, 2009
- 16) Jhaveri JK, Penna FJ, Diaz-Insua M, Jeong W, Menon M, Peabody JO : Ureteral injuries sustained during robot-assisted radical prostatectomy. *J Endourol* 28 : 318-324, 2014
  - 17) Schuster TG, Hollenbeck BK, Faerber GJ, Wolf JS Jr : Complications of ureteroscopy : analysis of predictive factors. *J Urol* 166 : 538-540, 2001
  - 18) Tanriverdi O, Silay MS, Kadihasanoglu M, Aydin M, Kendirci M, Miroglu C : Revisiting the predictive factors for intra-operative complications of rigid ureteroscopy : a 15-year experience. *Urol J* 9 : 457-464, 2012
  - 19) Karakan T, Kilinc MF, Demirbas A, et al : Evaluating Ureteral Wall Injuries with Endoscopic Grading System and Analysis of the Predisposing Factors. *J Endourol* 30 : 375-378, 2016
  - 20) Gustilo-Ashby AM, Jelovsek JE, Barber MD, Yoo EH, Paraiso MF, Walters MD : The incidence of ureteral obstruction and the value of intraoperative cystoscopy during vaginal surgery for pelvic organ prolapse. *Am J Obstet Gynecol* 194 : 1478-1485, 2006
  - 21) Agostini A, Bretelle F, Franchi F, Roger V, Cravello L, Blanc B : Immediate complications of tension-free vaginal tape (TVT) : results of a French survey. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 124 : 237-239, 2006
  - 22) İnan AH, Budak A, Beyan E, Kanmaz AG : The incidence, causes, and management of lower urinary tract injury during total laparoscopic hysterectomy. *J Gynecol Obstet Hum Reprod* 48 : 45-49, 2019
  - 23) De Cicco C, Schonman R, Craessaerts M, Van Cleynenbreugel B, Ussia A, Koninckx PR : Laparoscopic management of ureteral lesions in gynecology. *Fertil Steril* 92 : 1424-1427, 2009
  - 24) Hoffman MS, Karlnoski RA, Mangar D, et al : Morbidity associated with nonemergent hysterectomy for placenta accreta. *Am J Obstet Gynecol* 202 : 628.e1-628.e5, 2010
  - 25) Azimuddin K, Milanese D, Ivatury R, Porter J, Ehrenpreis M, Allman DB : Penetrating ureteric injuries. *Injury* 29 : 363-367, 1998
  - 26) Medina D, Lavery R, Ross SE, Livingston DH : Ureteral trauma : preoperative studies neither predict injury nor prevent missed injuries. *J Am Coll Surg* 186 : 641-644, 1998
  - 27) Palmer LS, Rosenbaum RR, Gershbaum MD, Kreutzer ER : Penetrating ureteral trauma at an urban trauma center : 10-year experience. *Urology* 54 : 34-36, 1999
  - 28) Carver BS, Bozeman CB, Venable DD : Ureteral injury due to penetrating trauma. *South Med J* 97 : 462-464, 2004
  - 29) Perez-Brayfield MR, Keane TE, Krishnan A, Lafontaine P, Feliciano DV, Clarke HS : Gunshot wounds to the ureter : a 40-year experience at Grady Memorial Hospital. *J Urol* 166 : 119-121, 2001
  - 30) Barbic M, Telenta K, Noventa M, Blaganje M : Ureteral injuries during different types of hysterectomy : A 7-year series at a single university center. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 225 : 1-4, 2018
  - 31) Wong JMK, Bortoletto P, Tolentino J, Jung MJ, Milad MP : Urinary Tract Injury in Gynecologic Laparoscopy for Benign Indication : A Systematic Review. *Obstet Gynecol* 131 : 100-108, 2018
  - 32) Durrani SN, ur Rehman A, Khan S, Ullah H, Khan MK, Ullah A : Ureteral trauma during open surgery : aetiology, presentation and management. *J Ayub Med Coll Abbottabad* 25 : 86-89, 2013
  - 33) Mteta KA, Mbwambo J, Mvungi M : Iatrogenic ureteric and bladder injuries in obstetric and gynaecologic surgeries. *East Afr Med J* 83 : 79-85, 2006
  - 34) Satitniramai S, Manonai J : Urologic injuries during gynecologic surgery, a 10-year review. *J Obstet Gynaecol Res* 43 : 557-563, 2017
  - 35) Tan-Kim J, Menefee SA, Reinsch CS, et al : Laparoscopic Hysterectomy and Urinary Tract Injury : Experience in a Health Maintenance Organization. *J Minim Invasive Gynecol* 22 : 1278-1286, 2015
  - 36) Soong YK, Yu HT, Wang CJ, Lee CL, Huang HY : Urinary tract injury in laparoscopic-assist-

- ed vaginal hysterectomy. *J Minim Invasive Gynecol* 14 : 600-605, 2007
- 37) Liapis A, Bakas P, Giannopoulos V, Creatsas G : Ureteral injuries during gynecological surgery. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct* 12 : 391-393, 2001
  - 38) Shapiro R, Fuller K, Wiseman B, et al : Factors in delay of diagnosis of gynecologic ureteral injuries at a rural academic hospital. *Int Urogynecol J* 31 : 359-363, 2020
  - 39) Gayer G, Zissin R, Apter S, et al : Urinomas caused by ureteral injuries : CT appearance. *Abdom Imaging* 27 : 88-92, 2002
  - 40) 竹田満寿美, 三好愛, 金尾世里加, 直居裕和, 横井猛 : 血清クレアチニン値上昇と術後尿管損傷の相関に関する後方視的検討. *産婦の進歩* 70 : 263-269, 2018
  - 41) 多賀敦子, 佐藤幸保, 上林翔大, 他 : 術中に気づかれなかった尿管損傷を術後早期に検出する因子についての検討. *滋賀産婦誌* 9 : 19-23, 2017
  - 42) Siddighi S, Yune JJ, Kwon NB, Hardesty JS, Kim JH, Chan PJ : Perioperative serum creatinine changes and ureteral injury. *Int Urol Nephrol* 49 : 1915-1919, 2017
  - 43) Lea D, Annie-Kim GL, Eve-Lyne L, et al : Sodium Fluorescein for Ureteral Jet Detection : A Prospective Observational Study. *JSLs* 22 : e2018.00019, 2018



開放性手術の術中に診断された尿管損傷の初期治療法は修復術である（推奨グレード B）。術後に診断された尿管損傷では初期治療法として尿管ステント留置や腎瘻造設術を行い自然治癒しない場合は待機的治療法として修復術を行うが、初期治療法として修復術を行ってもよい（推奨グレード C1）。修復術には尿管尿管吻合術，尿管膀胱新吻合術（尿管の長さが足りない場合は適宜 Boari 法，psoas hitch 法を追加する），腎盂形成術がある。尿管損傷が広範囲である場合は回腸代用尿管や自家腎移植術を行うことがある。腎機能の廃絶や感染のコントロール不良により腎摘除術に至ることもある。

### 解説

尿管外傷では診断時期，損傷部位，損傷程度により治療方針を決定することになる。尿路の確保と腎機能の保護が治療の原則である。

#### 1. 初期治療法

開放性手術の術中に診断された尿管損傷に対しては初期治療法として修復術が行われる。腹腔鏡手術の術中における尿管損傷では尿管損傷の程度によっては腹腔鏡下に修復術を行うこともある<sup>1)</sup>。

開放性手術の術後に発見された尿管損傷の初期治療法として尿管外への尿漏による膿瘍形成や尿管閉塞による腎機能低下を防ぐ目的で，尿管ステント留置や腎瘻造設術が行われることがある。Choi らは婦人科手術による遠位尿管損傷（完全断裂 4 例，不完全断裂 7 例）に対してインジゴカルミンと尿管鏡を用いて尿管ステント留置を行い治癒したが，5 例（45%）は後に尿管狭窄をきたし尿管拡張術が必要となったと報告している<sup>2)</sup>。また Lask らは医原性尿管損傷の 20 例に対して腎瘻造設術を行い 16 例（80%）は経過中に自然治癒したと報告している<sup>3)</sup>。また Ustunsoz らは帝王切開による尿管損傷 24 病変に対して腎瘻造設術および順行性尿管ステント留置，必要に応じ尿管バルーン拡張術を行い，18 病変（75%）が自然治癒し，6 病変（25%）に対して修復術が必要であったと報告している<sup>4)</sup>。尿管損傷の程度によっては初期治療法としての尿管ステント留置や腎瘻造設術により尿管損傷の根治が可能である。

#### 2. 待機的治療法

待機的治療法としての修復術には尿管尿管吻合術，尿管膀胱新吻合術（尿管の長さが足りない場合は適宜 Boari 法<sup>5~9)</sup>，psoas hitch 法<sup>5~7, 10~14)</sup> を追加する），腎盂形

成術<sup>15)</sup>がある。尿管損傷が広範囲な場合や放射線照射後の尿管を避けたい場合に、回腸代用尿管<sup>16, 17)</sup>や自家腎移植術<sup>18, 19)</sup>が行われることがある。診断までに時間がかかったために腎機能が廃絶したり、感染コントロールが不良なために腎摘除術に至ることもある<sup>5, 20)</sup>。

### 3. 修復術の治療成績

腎の喪失がないことを治療の成功と定義すると修復術の成功率は96.6～100%と総じて良好である<sup>3, 6, 8, 14, 15, 21～25)</sup>。修復術による治療の成功の定義を腎機能の維持などに定めた研究がいくつか報告されている。Aguileraらは採血によるeGFRやレノグラムで腎機能が20%以上低下していないことを成功と定義し成功率は71% (60/84例)であった<sup>20)</sup>。またTsengらは腎機能が維持されていること、水腎症の悪化がないこと、長期のステント留置がないことのtrifectaを成功と定義し成功率は69% (123/178例)であり、成功しないリスク因子は悪性疾患、骨盤への放射線照射歴、術前eGFR 60mL/min未満、尿管尿管吻合術による修復術であった<sup>26)</sup>。またEswaraらは直腸結腸手術による尿管損傷の修復術において、尿漏、尿瘻、治療介入を必要とする吻合部狭窄の発症を治療の失敗と定義し成功率は79% (59/75例)であり、成功しないリスク因子は化学療法歴、放射線照射歴、修復術の遅れであった<sup>27)</sup>。尿管損傷に対する修復術の治療成績は全体的に良いものの、一部の症例では腎機能低下をきたすことや、尿管狭窄に対する追加治療や腎摘除術が必要となる。

### 4. 修復術の時期

尿管損傷は術中に診断されるに越したことはないが、術中に診断されても術後に診断されても修復術ができれば治療成績は良好である<sup>6)</sup>。修復術を行う時期による治療成績の比較を行った研究の報告がいくつかある。術中に診断し修復した症例と術後に診断し修復した症例の治療成績を比較した研究や、術後1週間や6週間をカットオフ値として治療成績を比較した研究があるが、どの報告でも術後の早い時期に行っても遅い時期に行っても治療成績は変わらず良好であった<sup>8, 22, 24, 28, 29)</sup>。どの時期に行っても修復術ができれば治療成績は良好なため、患者の状態が許せば可能な限り早い時期に修復術を行うべきだという意見もある<sup>7, 8)</sup>。

### 5. 修復術のアプローチ法

近年では開腹だけでなく腹腔鏡下の修復術<sup>13, 25, 30)</sup>やロボット支援下の修復術<sup>9, 31, 32)</sup>が行われており、治療成績は良好である。技術的に可能であれば腹腔鏡下やロボット支援下の修復術は許容されると思われる。

### 6. 外傷性尿管損傷

外傷による尿管損傷も医原性の尿管損傷と同様の治療で問題ないことがいくつかの研究で報告されている<sup>15, 33, 34)</sup>。

## 7. 小児

小児における尿管損傷の報告はほとんどないが，成人と同じ術式が有効であったことが報告されている<sup>35)</sup>。

### …参考文献…

- 1) Choi KM, Choi JS, Lee JH, Lee KW, Park SH, Park MI : Laparoscopic ureteroureteral anastomosis for distal ureteral injuries during gynecologic laparoscopic surgery. *J Minim Invasive Gynecol* 17 : 468-472, 2010
- 2) Choi YS, Lee SH, Cho HJ, Lee DH, Kim KS : Outcomes of ureteroscopic double-J ureteral stenting for distal ureteral injury after gynecologic surgery. *Int Urogynecol J* 29 : 1397-1402, 2018
- 3) Lask D, Abarbanel J, Luttwak Z, Manes A, Mukamel E : Changing trends in the management of iatrogenic ureteral injuries. *J Urol* 154 : 1693-1695, 1995
- 4) Ustunsoz B, Ugurel S, Duru NK, Ozgok Y, Ustunsoz A : Percutaneous management of ureteral injuries that are diagnosed late after cesarean section. *Korean J Radiol* 9 : 348-353, 2008
- 5) Durrani SN, ur Rehman A, Khan S, Ullah H, Khan MK, Ullah A : Ureteral trauma during open surgery : aetiology, presentation and management. *J Ayub Med Coll Abbottabad* 25 : 86-89, 2013
- 6) Li J, Chen Z, Zhu Q, Zhao Y, Wang H, Liu W : Early repair of pelvic and abdominal nonurological surgery-induced iatrogenic ureteral injuries in three distinct waiting-for-repair time periods. *Am Surg* 78 : 1270-1275, 2012
- 7) Mahendran HA, Praveen S, Ho C, Goh EH, Tan GH, Zuklifli MZ : Iatrogenic ureter injuries : eleven years experience in a tertiary hospital. *Med J Malaysia* 67 : 169-172, 2012
- 8) Badenoch DF, Tiptaft RC, Thakar DR, Fowler CG, Blandy JP : Early repair of accidental injury to the ureter or bladder following gynaecological surgery. *Br J Urol* 59 : 516-518, 1987
- 9) Ficarra V, Rossanese M, Crestani A, et al : A Contemporary Case Series of Complex Surgical Repair of Surgical/Endoscopic Injuries to the Abdominal Ureter. *Eur Urol Focus* 7 : 1476-1484, 2021
- 10) 森義則， 島博基 : 膀胱の psoas-hitch 法による下部尿管再建. *日外科系連会誌* 27 : 757-763, 2002
- 11) 山本憲男， 酒徳治三郎 : 婦人科術後の尿管損傷に対する処置方法の変遷 山口大学泌尿器科教室における 20 年の経験. *西日泌* 46 : 289-291, 1984
- 12) Kim CH, Ro JH, Jung H : Modified laparoscopic intravesical nonrefluxing ureteral reimplantation with psoas hitch using a submucosal tunneling. *J Exerc Rehabil* 10 : 378-382, 2014
- 13) Modi P, Goel R, Dodiya S : Laparoscopic ureteroneocystostomy for distal ureteral injuries. *Urology* 66 : 751-753, 2005
- 14) Meirou D, Moriel EZ, Zilberman M, Farkas A : Evaluation and treatment of iatrogenic ureteral injuries during obstetric and gynecologic operations for nonmalignant conditions. *J Am Coll Surg* 178 : 144-148, 1994
- 15) Palmer LS, Rosenbaum RR, Gershbaum MD, Kreutzer ER : Penetrating ureteral trauma at an urban trauma center : 10-year experience. *Urology* 54 : 34-36, 1999
- 16) Armatys SA, Mellon MJ, Beck SD, Koch MO, Foster RS, Bihrl R : Use of ileum as ureteral replacement in urological reconstruction. *J Urol* 181 : 177-181, 2009
- 17) Hinev A : Ureteral substitution by an isolated ileal segment via novel antireflux technique : initial experience with 5 cases. *Acta Chir Iugosl* 54 : 37-41, 2007
- 18) Bluebond-Langner R, Rha KH, Pinto PA, et al : Laparoscopic-assisted renal autotransplantation. *Urology* 63 : 853-856, 2004
- 19) Meng MV, Freise CE, Stoller ML : Expanded experience with laparoscopic nephrectomy and autotransplantation for severe ureteral injury. *J Urol* 169 : 1363-1367, 2003

- 20) Aguilera A, Rivas JG, Quintana Franco LM, Quesada-Olarte J, Carrion DM, Martínez-Piñeiro L : Ureteral injury during abdominal and pelvic surgery : immediate versus deferred repair. *Cent European J Urol* 72 : 312-318, 2019
- 21) Brandt FT, Albuquerque CD, Lorenzato FR : Transperitoneal unstented ureteral reimplantation for injuries postgynecological surgery. *World J Urol* 19 : 216-219, 2001
- 22) Ambani SN, Skupin P, Malaeb BS, Barboglio-Romo P, Stoffel JT : Does Early Ureteroneocystostomy After Iatrogenic Ureteral Injury Jeopardize Outcome? *Urology* 136 : 245-250, 2020
- 23) Wang Z, Chen Z, He Y, Li B, Wen Z, Chen X : Laparoscopic ureteroureterostomy with an intraoperative retrograde ureteroscopy-assisted technique for distal ureteral injury secondary to gynecological surgery : a retrospective comparison with laparoscopic ureteroneocystostomy. *Scand J Urol* 51 : 329-334, 2017
- 24) Ahn M, Loughlin KR : Psoas hitch ureteral reimplantation in adults—analysis of a modified technique and timing of repair. *Urology* 58 : 184-187, 2001
- 25) Castillo OA, Travassos J, Escobar J F, Lopez-Fontana G : Laparoscopic ureteral replacement by Boari flap : multi-institutional experience in 30 cases. *Actas Urol Esp* 37 : 658-662, 2013
- 26) Tseng CS, Tai TE, Hong CH, et al : Trifecta outcome of ureteral reconstruction in iatrogenic injury and non-iatrogenic ureteral lesions : a 10-year experience at a tertiary referral center. *World J Urol* 37 : 1949-1957, 2019
- 27) Eswara JR, Raup VT, Potretzke AM, Hunt SR, Brandes SB : Outcomes of Iatrogenic Genitourinary Injuries During Colorectal Surgery. *Urology* 86 : 1228-1233, 2015
- 28) Blandy JP, Badenoch DF, Fowler CG, Jenkins BJ, Thomas NW : Early repair of iatrogenic injury to the ureter or bladder after gynecological surgery. *J Urol* 146 : 761-765, 1991
- 29) Pompeo A, Molina WR, Sehrt D, et al : Laparoscopic ureteroneocystostomy for ureteral injuries after hysterectomy. *JLS* 17 : 121-125, 2013
- 30) Ogan K, Abbott JT, Wilmot C, Pattaras JG : Laparoscopic ureteral reimplant for distal ureteral strictures. *JLS* 12 : 13-17, 2008
- 31) Franklin A, Pokala N, Jones C, Johans C, Strom K, Cummings J : Is the robotic approach feasible for repair of iatrogenic injuries of the lower ureter? *World J Urol* 34 : 1323-1328, 2016
- 32) Slater RC, Farber NJ, Riley JM, Shilo Y, Ost MC : Contemporary Series of Robotic-Assisted Distal Ureteral Reconstruction Utilizing Side Docking Position. *Int Braz J Urol* 41 : 1154-1159, 2015
- 33) Abid AF, Hashem HL : Ureteral injuries from gunshots and shells of explosive devices. *Urol Ann* 2 : 17-20, 2010
- 34) Brandes SB, Chelsky MJ, Buckman RF, Hanno PM : Ureteral injuries from penetrating trauma. *J Trauma* 36 : 766-769, 1994
- 35) Routh JC, Tollefson MK, Ashley RA, Husmann DA : Iatrogenic ureteral injury : can adult repair techniques be used on children? *J Pediatr Urol* 5 : 53-55, 2009



# II

---

## 膀胱外傷

## CQ16 膀胱外傷の受傷機転は何か？

膀胱外傷（膀胱破裂）は医原性と非医原性に分類される。さらに医原性膀胱外傷は開腹・腹腔鏡手術などに起因する外的医原性と、経尿道的手術に起因する内的医原性に分類され、非医原性膀胱外傷は鈍的外傷と穿通性外傷に分類される。また発生部位により、腹膜内（intraperitoneal）破裂、腹膜外（extraperitoneal）破裂、腹膜内外（intra-extraperitoneal）破裂に分類され、これは治療方針の決定に重要である。

### 解 説

#### 1. 非医原性膀胱外傷（鈍的外傷と穿通性外傷）

非医原性膀胱外傷の原因は鈍的外傷と穿通性外傷に分類されるが<sup>1)</sup>、原因の67～88%は鈍的外傷であり<sup>2～5)</sup>、その内訳としては交通外傷が最も多く<sup>1, 2)</sup>、70～97%は骨盤骨折を伴っている<sup>2, 5, 6)</sup>。膀胱外傷の発生部位では腹膜外破裂が55～78%、腹膜内破裂が15～39%、混合性破裂が2～20%で、骨盤骨折と関連する<sup>3, 5, 7, 8)</sup>。5～20%に尿道外傷を合併し<sup>1, 4)</sup>、44～68.5%ではその他の腹腔内臓器外傷を合併する<sup>1)</sup>。

腹膜内破裂の25%は骨盤骨折を合併しないことに対して<sup>7)</sup>、腹膜外破裂のほとんどが骨盤骨折を合併する。膀胱外傷を含む下部尿路外傷は骨盤骨折全体の4.2～8%に発生し、重症骨盤骨折では26.5%と頻度が高い<sup>1, 8)</sup>。逆に下部尿路外傷の60～90%には骨盤骨折を合併する<sup>3, 9)</sup>。骨盤骨折に膀胱外傷を合併する頻度に男女差はないが（それぞれ3.2%、3.3%）<sup>9)</sup>、男性における膀胱外傷の10～29%で前立腺部尿道外傷を合併する<sup>3)</sup>。恥骨結合離開1cm以上、仙腸関節離開、閉鎖孔や恥骨枝の骨折は膀胱外傷の発生と相関し<sup>1, 8)</sup>、膀胱外傷の50%以上は恥骨枝骨折を有する<sup>7)</sup>。時に骨片による直接穿孔による場合もある<sup>1)</sup>。孤立性寛骨臼骨折は膀胱外傷の2.6%のみであったとの報告もある<sup>9)</sup>。

骨盤骨折患者では腹膜外破裂が起こりやすいが、骨盤骨折のない患者では腹膜内破裂が多い（58.3%対24.0%）<sup>9)</sup>。腹膜内破裂は骨盤や下腹部への衝撃によって、緊満した膀胱の急激な内圧上昇により生じ、比較的弱い圧力でも破裂する吹き抜け損傷である<sup>7, 8)</sup>。腹膜内破裂は、解剖学的に比較的脆弱な膀胱頂部に最も多く<sup>1)</sup>、腹膜内破裂の全例が頂部であったとの報告もある<sup>5)</sup>。飲酒状態での自動車運転や膀胱が緊満した状態は危険因子である<sup>2)</sup>。穿通性膀胱外傷は腹部への銃創、直腸・臀部への穿通性外傷で発生する<sup>2, 3, 8)</sup>。銃創は日本国内では稀である。

## 2. 医原性膀胱外傷

### 1) 外的医原性

産婦人科手術に起因するものが最も多く半数以上を占める（外的医原性の52～61%）。次いで泌尿器科手術（12～39%）と一般外科手術（9～26%）が多い<sup>1, 7, 8)</sup>。手術既往，炎症，癌などが主な危険因子とされる<sup>1)</sup>。膀胱外傷を合併することにより，30日以内の合併症発生率，再手術率，入院期間が増加するが，死亡率に影響はない<sup>10)</sup>。産科領域では帝王切開，婦人科領域では子宮摘出術に合併することが多い<sup>11)</sup>。

帝王切開術における膀胱外傷の頻度は0.08～0.94%とされ<sup>1, 11)</sup>，前回帝王切開術の既往がある帝王切開術は膀胱外傷の危険因子で，オッズ比5.03とされる<sup>12)</sup>。また癒着胎盤のある帝王切開術の膀胱外傷の頻度は11.7%と高い<sup>13)</sup>。

腹腔鏡下子宮摘出術における膀胱外傷の発生頻度は0.05～2.0%で<sup>11, 14)</sup>，癒着剥離操作で生じることが最も多い<sup>15)</sup>。特に帝王切開術の既往は膀胱外傷の合併と有意に関連し，相対危険度3.75というメタアナリシス結果も報告される<sup>16)</sup>。良性婦人科疾患に対する腹腔鏡下手術では0.24%の頻度で発生し，尿管外傷の発生頻度（0.08%）の約3倍である<sup>15)</sup>。膀胱外傷の発見契機については，膀胱鏡を施行しなくても84%が術中に認識され，定型的に膀胱鏡を施行した場合は94%を認識できたが，統計的有意差はなかった<sup>15)</sup>。術中に膀胱鏡を施行することにより，膀胱外傷を認識できる割合は高くなるが，全例に施行すべきか否かは不明である<sup>17)</sup>。腹腔鏡下またはロボット手術において，子宮全摘術中の膀胱外傷の発生頻度は，悪性疾患に対する手術の方が良性疾患に対する手術の場合よりも高い<sup>1)</sup>。経腔的子宮摘出術における膀胱外傷の発生頻度は0.44%～6.3%<sup>1, 11)</sup>，腹腔鏡補助下の経腔的子宮摘出術では1.0%と報告される<sup>15)</sup>。腹腔鏡下での婦人科手術に膀胱外傷を認めた場合に，その修復は腹腔鏡下で行われることが多い<sup>15)</sup>。

女性の腹圧性尿失禁に対する中部尿道スリング手術でも膀胱外傷は発症する（4.9%）<sup>1)</sup>。経閉鎖孔式尿道スリング手術（TOT手術，Trans-Obturator Tape：TOT）は，経腔恥骨上式尿道スリング手術（TVT手術，Tension-Free Vaginal Tape：TVT）に比べて，膀胱外傷の発生頻度が有意に低い<sup>1)</sup>。TVT手術では3.7%の膀胱外傷が報告され，発生頻度は外科医の経験に依存する<sup>18)</sup>。

消化器外科手術における膀胱外傷の合併は婦人科手術よりも少なく（1.0%以下），単一施設の後向き解析では42,570例の結腸直腸手術で26例（0.06%）に生じた<sup>19)</sup>。また全米規模のデータベースを用いた研究では，小腸・大腸手術における膀胱外傷の頻度が0.12～0.14%であるのに対して，直腸手術では0.27～0.41%であり，直腸手術と悪性腫瘍の存在が膀胱外傷の危険因子とされる<sup>20)</sup>。

### 2) 内的医原性

主に経尿道的膀胱腫瘍切除（TURBT）に起因し，腹膜外破裂の方が腹膜内破裂よりも多く，治療介入まで要するのは0.16～0.57%と少ない<sup>1, 11)</sup>。高齢者，TURBTの既往，膀胱内注入療法，膀胱頂部の腫瘍は危険因子として報告される<sup>1)</sup>。また側壁の膀胱腫瘍は閉鎖神経反射により危険因子となる<sup>1)</sup>。TURBT後に全例に対して膀胱



造影を施行した前向き研究では、症例の50%に腹膜外破裂を認めたが、全例が術中に認識されなかった。この研究で腫瘍部位（膀胱頂部）のみが膀胱外傷を合併する唯一の危険因子であり、年齢、病期、腫瘍Grade、腫瘍数、腫瘍の大きさは関連がなかった<sup>21)</sup>。膀胱外傷の危険因子として他に、女性とBMI 25以下という報告もある<sup>22)</sup>。またわが国のDPCデータベースに登録されたTURBT症例の解析では、重篤な膀胱損傷発生率は非電解質溶液灌流液群0.6%に対して、生理食塩水灌流液群0.3%で、有意に低い傾向が認められた<sup>23)</sup>。

…参考文献…

- 1) Kitrey ND, Djakovic N, Hallscheidt P, et al : EAU Guidelines on Urological Trauma. 2021
- 2) Lynch TH, Martínez-Piñeiro L, Plas E, et al : EAU guidelines on urological trauma. *Eur Urol* 47 : 1-15, 2005
- 3) Coccolini F, Moore EE, Kluger Y, et al : Kidney and uro-trauma : WSES-AAST guidelines. *World J Emerg Surg* 14 : 54, 2019
- 4) Lumen N, Kuehhas FE, Djakovic N, et al : Review of the current management of lower urinary tract injuries by the EAU Trauma Guidelines Panel. *Eur Urol* 67 : 925-929, 2015
- 5) Cass AS, Luxenberg M : Features of 164 bladder ruptures. *J Urol* 138 : 743-745, 1987
- 6) Bryk DJ, Zhao LC : Guideline of guidelines : a review of urological trauma guidelines. *BJU Int* 117 : 226-234, 2016
- 7) Santucci RA, Bartley JM : Urologic trauma guidelines : a 21st century update. *Nat Rev Urol* 7 : 510-519, 2010
- 8) McGeedy JB, Breyer BN : Current epidemiology of genitourinary trauma. *Urol Clin North Am* 40 : 323-334, 2013
- 9) Johnsen NV, Dmochowski RR, Young JB, Guillaumondegui OD : Epidemiology of Blunt Lower Urinary Tract Trauma With and Without Pelvic Fracture. *Urology* 102 : 234-239, 2017
- 10) Cohen AJ, Packiam VT, Nottingham CU, Pariser JJ, Faris SF, Bales GT : Iatrogenic Bladder Injury : National Analysis of 30-Day Outcomes. *Urology* 97 : 250-256, 2016
- 11) Summerton DJ, Kitrey ND, Lumen N, Serafetinidis E, Djakovic N : EAU guidelines on iatrogenic trauma. *Eur Urol* 62 : 628-639, 2012
- 12) Gungorduk K, Asicioglu O, Celikkol O, Sudolmus S, Ark C : Iatrogenic bladder injuries during caesarean delivery : a case control study. *J Obstet Gynaecol* 30 : 667-670, 2010
- 13) Alanwar A, Al-Sayed HM, Ibrahim AM, et al : Urinary tract injuries during cesarean section in patients with morbid placental adherence : retrospective cohort study. *J Matern Fetal Neonatal Med* 32 : 1461-1467, 2019
- 14) Adelman MR, Bardsley TR, Sharp HT : Urinary tract injuries in laparoscopic hysterectomy : a systematic review. *J Minim Invasive Gynecol* 21 : 558-566, 2014
- 15) Wong JMK, Bortoletto P, Tolentino J, Jung MJ, Milad MP : Urinary Tract Injury in Gynecologic Laparoscopy for Benign Indication : A Systematic Review. *Obstet Gynecol* 131 : 100-108, 2018
- 16) Xu Y, Wang Q, Wang F : Previous cesarean section and risk of urinary tract injury during laparoscopic hysterectomy : a meta-analysis. *Int Urogynecol J* 26 : 1269-1275, 2015
- 17) Teeluckdharry B, Gilmour D, Flowerdew G : Urinary Tract Injury at Benign Gynecologic Surgery and the Role of Cystoscopy : A Systematic Review and Meta-analysis. *Obstet Gynecol* 126 : 1161-1169, 2015
- 18) Gold RS, Groutz A, Pauzner D, Lessing J, Gordon D : Bladder perforation during tension-free vaginal tape surgery : does it matter? *J Reprod Med* 52 : 616-618, 2007
- 19) Eswara JR, Raup VT, Potretzke AM, Hunt SR, Brandes SB : Outcomes of Iatrogenic Genitourinary Injuries During Colorectal Surgery. *Urology* 86 : 1228-1233, 2015

- 20) Sawkar HP, Kim DY, Thum DJ, et al : Frequency of lower urinary tract injury after gastrointestinal surgery in the nationwide inpatient sample database. *Am Surg* 80 : 1216-1221, 2014
- 21) El Hayek OR, Coelho RF, Dall'oglio MF, et al : Evaluation of the incidence of bladder perforation after transurethral bladder tumor resection in a residency setting. *J Endourol* 23 : 1183-1186, 2009
- 22) Herkommer K, Hofer C, Gschwend JE, Kron M, Treiber U : Gender and body mass index as risk factors for bladder perforation during primary transurethral resection of bladder tumors. *J Urol* 187 : 1566-1570, 2012
- 23) Sugihara T, Yasunaga H, Horiguchi H, et al : Comparison of Perioperative Outcomes including Severe Bladder Injury between Monopolar and Bipolar Transurethral Resection of Bladder Tumors : A Population Based Comparison. *J Urol* 192 : 1355-1359, 2014

## CQ17 膀胱外傷における他臓器合併損傷の頻度と程度は？

膀胱外傷における他臓器合併損傷は、鈍的外傷の場合は骨盤骨折や尿道外傷との関連が強い。穿通性外傷（銃創）の場合は、小腸および結腸、直腸の貫通損傷を伴うことが多い。また小児での膀胱外傷における他臓器合併損傷の頻度は、成人とほぼ同等である。帝王切開や子宮摘出時、外科手術での膀胱外傷に伴う他臓器合併損傷は尿管外傷が多いが、その合併頻度はほとんど報告されていない。

### 解 説

膀胱外傷における他臓器合併損傷は、受傷機転が交通事故などの鈍的外傷なのか、銃創や刺創による穿通性外傷なのか、医原性外傷なのかにより分布が異なる。以下に各項目における部位と頻度を解説する。

#### 1. 成人での鈍的膀胱外傷における他臓器合併損傷

頻度の高い合併損傷は、骨盤外傷およびそれに伴う尿道外傷である。2002～2006年のNTDBによる成人での膀胱外傷8,565例の大規模データでは、46%が骨盤骨折を伴い、48%で他の腹部手術を必要とし、15%で2つかそれ以上の内臓損傷を合併していた<sup>1)</sup>。また261例の鈍的膀胱外傷で16%が骨盤骨折を伴い、13%が後部尿道外傷を伴ったとの報告や<sup>2)</sup>、124例の膀胱外傷では、骨盤骨折79%、尿道外傷14%を伴ったとの報告もある<sup>3)</sup>。

以上より骨盤骨折の合併頻度は16～80%、尿道外傷は15%程度といえる。骨盤骨折の頻度の報告にばらつきがあるのは、骨盤骨折の定義が各報告で定まっていなかったためと考えられるが、60～90%と高率との報告もある<sup>4)</sup>。また膀胱外傷を伴う骨盤外傷のうち、恥骨結合や仙腸関節の開大および仙骨骨折が有意に膀胱外傷の存在と関連したという報告もある<sup>5)</sup>。5,518例の鈍的骨盤骨折のうち3.2%で膀胱外傷を合併したとの報告<sup>6)</sup>や、98例の鈍的尿道外傷のうち、28例(29%)で膀胱外傷を合併した報告もある<sup>7)</sup>。消化器系では、肝臓12%、小腸10%の合併<sup>8)</sup>や、大腸24%、脾臓18%、腸間膜14%、直腸9.3%の合併損傷の報告もある<sup>9)</sup>。

#### 2. 小児での鈍的膀胱外傷における他臓器合併損傷

2002～2008年のNTDBによる小児(<18歳)での膀胱外傷816例の大規模データでは、55%が骨盤骨折を伴い、40%で他の腹部手術を必要とし、18%が2つかそれ以上の内臓損傷を合併していた<sup>10)</sup>。これは同データベースの成人データとほぼ同様の分布である。また81例の女児における膀胱外傷例では、骨盤骨折合併例のうち

仙骨 40%, 恥骨 (恥骨結合開大) 44%, 腸骨 25%, 多発 59% であった。また, 脛裂傷 15%, 大腿骨骨折 16%, 腰椎骨折 15% も報告される<sup>11)</sup>。

### 3. 穿通性膀胱外傷 (銃創) における他臓器合併損傷

小腸および結腸, 直腸の穿通性外傷を伴うことが多い。60 例の南アフリカにおける穿通性膀胱外傷 (銃創) の報告では, 小腸 48%, 結腸 23% で合併損傷を認めた<sup>12)</sup>。59 例のカリフォルニア市民の穿通性膀胱外傷 (銃創) の報告では, 小腸 49%, 結腸 49%, 下肢 35%, 骨盤 25% と報告されている<sup>13)</sup>。55 例のブラジルにおける穿通性膀胱外傷 (銃創) の報告では, 直腸 38%, 小腸 36%, 結腸 14% と報告された<sup>8)</sup>。

### 4. 医原性膀胱外傷における他臓器合併損傷

帝王切開術での膀胱外傷の発生率は約 0.08 ~ 0.9% とされているが<sup>14)</sup>, 癒着胎盤を伴う帝王切開術においては, 膀胱外傷 11.7% に付随する尿管外傷が 5.3% あると報告されている<sup>15)</sup>。子宮摘出術では膀胱外傷は 0.5 ~ 1.5% と報告されており, 0.1 ~ 0.2% で膀胱膿瘍や膀胱子宮瘻を続発する報告がある<sup>16~18)</sup>。また結腸直腸手術 42,570 例の集計では膀胱修復術が必要な症例は 0.1% 以下と報告されている<sup>19)</sup>。膀胱直腸瘻の発生率は不明だが子宮がある女性より男性で多い。子宮摘出術や結腸直腸手術では, 膀胱および尿管それぞれの損傷頻度の報告は多くなされているが, 膀胱および尿管の合併損傷率についての詳細な記載はほとんどない<sup>20)</sup>。

#### …参考文献…

- 1) Deibert CM, Spencer BA : The association between operative repair of bladder injury and improved survival : results from the National Trauma Data Bank. *J Urol* 186 : 151-155, 2011
- 2) Dobrowolski ZF, Lipczyński W, Drewniak T, Jakubik P, Kusionowicz J : External and iatrogenic trauma of the urinary bladder : a survey in Poland. *BJU Int* 89 : 755-756, 2002
- 3) Myers JB, Taylor MB, Brant WO, et al : Process improvement in trauma : traumatic bladder injuries and compliance with recommended imaging evaluation. *J Trauma Acute Care Surg* 74 : 264-269, 2013
- 4) Gomez RG, Ceballos L, Coburn M, et al : Consensus statement on bladder injuries. *BJU Int* 94 : 27-32, 2004
- 5) Aihara R, Blansfield JS, Millham FH, LaMorte WW, Hirsch EF : Fracture locations influence the likelihood of rectal and lower urinary tract injuries in patients sustaining pelvic fractures. *J Trauma* 52 : 205-208, 2002
- 6) Johnsen NV, Dmochowski RR, Young JB, Guillaumondegui OD : Epidemiology of Blunt Lower Urinary Tract Trauma With and Without Pelvic Fracture. *Urology* 102 : 234-239, 2017
- 7) Eidelman E, Stormont I, Churukanti G, et al : Injury severity score associated with concurrent bladder injury in patients with blunt urethral injury. *World J Urol* 37 : 983-988, 2019
- 8) Pereira BM, de Campos CC, Calderan TR, Reis LO, Fraga GP : Bladder injuries after external trauma : 20 years experience report in a population-based cross-sectional view. *World J Urol* 31 : 913-917, 2013
- 9) Matlock KA, Tyroch AH, Kronfol ZN, McLean SF, Pirela-Cruz MA : Blunt traumatic bladder rupture : a 10-year perspective. *Am Surg* 79 : 589-593, 2013
- 10) Deibert CM, Glassberg KI, Spencer BA : Repair of pediatric bladder rupture improves sur-

- vival : results from the National Trauma Data Bank. *J Pediatr Surg* 47 : 1677-1681, 2012
- 11) Delaney KM, Reddy SH, Dayama A, Stone ME Jr, Meltzer JA : Risk factors associated with bladder and urethral injuries in female children with pelvic fractures : An analysis of the National Trauma Data Bank. *J Trauma Acute Care Surg* 80 : 472-476, 2016
  - 12) Madiba TE, Haffejee AA : Causes and outcome of bladder injuries in Durban. *East Afr Med J* 76 : 676-679, 1999
  - 13) Najibi S, Tannast M, Latini JM : Civilian gunshot wounds to the genitourinary tract : incidence, anatomic distribution, associated injuries, and outcomes. *Urology* 76 : 977-981, 2010
  - 14) Tarney CM : Bladder Injury During Cesarean Delivery. *Curr Womens Health Rev* 9 : 70-76, 2013
  - 15) Alanwar A, Al-Sayed HM, Ibrahim AM, et al : Urinary tract injuries during cesarean section in patients with morbid placental adherence : retrospective cohort study. *J Matern Fetal Neonatal Med* 32 : 1461-1467, 2019
  - 16) Elliott SP, McAninch JW : Ureteral injuries : external and iatrogenic. *Urol Clin North Am* 33 : 55-66, 2006
  - 17) Härkki-Sirén P, Sjöberg J, Tiitinen A : Urinary tract injuries after hysterectomy. *Obstet Gynecol* 92 : 113-118, 1998
  - 18) Stoykov B, Kolev N, Dunev V, Genov P : A rare case of iatrogenic vesicovaginal fistula arising from a forgotten gauze strip during Caesarean section. *Urol Case Rep* 28 : 101061, 2019
  - 19) Eswara JR, Raup VT, Potretzke AM, Hunt SR, Brandes SB : Outcomes of Iatrogenic Genitourinary Injuries During Colorectal Surgery. *Urology* 86 : 1228-1233, 2015
  - 20) Sawkar HP, Kim DY, Thum DJ, et al : Frequency of lower urinary tract injury after gastrointestinal surgery in the nationwide inpatient sample database. *Am Surg* 80 : 1216-1221, 2014

## 膀胱外傷の診断に有用な臨床所見，検査，画像診断法はどのようなものがあるか？

肉眼的血尿は最も一般的な臨床所見である。鈍的外傷あるいは穿通性外傷における肉眼的血尿と骨盤骨折の合併は膀胱造影検査の絶対的適応である。CT 膀胱造影と逆行性膀胱造影はともに高い感度と特異度を持ち，選択は主治医の診断技術や病院設備によるが，CT での診断には希釈した造影剤の逆行性注入による膀胱造影が必須である。医原性膀胱外傷では，術中に疑わしい場合，術中の膀胱鏡検査が有用である。

### 解説

膀胱外傷の診断に有用な臨床所見，検査，画像診断法として，血尿の有無，血液生化学的検査，膀胱鏡，逆行性膀胱造影や CT 膀胱造影がある。本項ではこれら診断法について，膀胱外傷の診断における適応，推奨方法，診断率について概説する。

#### 1. 血尿（肉眼的，顕微鏡的）

外傷による鈍的外傷の場合，肉眼的血尿は最も一般的な臨床所見である。鈍的外傷患者 8,026 例の前向き研究では，肉眼的血尿患者の 21/78 例（27%）で膀胱造影により膀胱外傷が診断されたが，肉眼的血尿のない顕微鏡的血尿（ $\geq 50/\text{HPF}$ ）214 例では，膀胱外傷は確認されなかった<sup>1)</sup>。肉眼的血尿と骨盤骨折の合併時に膀胱外傷は 16～29% で認められるため，これらの合併は膀胱造影検査の絶対的適応である<sup>1, 2)</sup>。しかし骨盤骨折がある場合は顕微鏡的血尿の場合でも膀胱外傷は 0.5～10% で認められるとの報告もある<sup>3, 4)</sup>。顕微鏡的血尿および骨盤骨折がない場合には，膀胱外傷の可能性はほとんど否定できる<sup>5)</sup>。

#### 2. 逆行性尿道膀胱造影および CT 膀胱造影

肉眼的血尿を伴う骨盤骨折には必須の検査である。CT 膀胱造影と逆行性尿道膀胱造影はともに高い感度と特異度を持ち，選択は主治医の技術や病院の設備による<sup>6)</sup>。しかし尿道外傷が疑われる場合には，逆行性尿道膀胱造影が CT 膀胱造影の前に行われるべきである<sup>7)</sup>。また骨盤骨折で骨盤内の動脈から出血している場合は，止血目的に行われる血管造影の漏出した造影剤と膀胱造影による造影剤の溢流と鑑別に苦慮する場合があるので注意が必要である<sup>7)</sup>。逆行性尿道膀胱造影は，側臥位の放射線透過性が落ちるため，膀胱後壁損傷の診断は難易度が上がる可能性がある<sup>7)</sup>。

1992～1998 年米国における肉眼的血尿，顕微鏡的血尿および骨盤骨折の存在時の CT 膀胱造影を施行した 316 例の後方視的解析では，10 倍希釈の造影剤を膀胱内に

40cmH<sub>2</sub>Oにて350mL注入する方法によって、42例(13%)で陽性と診断され、23/28例で手術により真陽性が確認され、2/274例で後から偽陰性が確認された<sup>8)</sup>。また234例のCT膀胱造影の後方視的解析では、60%造影剤40mLを1L生食に溶解し1.5mの高さで尿道カテーテルから300~400mL注入する方法によって、18例(7.7%)で陽性、11例が腹腔外破裂、5例が腹腔内破裂、2例が腹膜内外破裂と診断された。9例で手術的に修復され、7例で膀胱造影と同様の所見が認められた。0/216例で偽陰性は確認されなかった<sup>9)</sup>。

CT膀胱造影と逆行性膀胱造影の前向き比較研究では、同一患者にCT膀胱造影とその後の逆行性膀胱造影の順で行った212例の比較で、10倍希釈の造影剤を尿道カテーテルから膀胱に350mL注入したところ、感度、特異度、陽性的中率、陰性的中率ともにCT膀胱造影と逆行性膀胱造影の検査は100%と報告されている<sup>10)</sup>。しかし本報告は同一患者に両検査を行うデザインが影響している可能性は考慮すべきである。1993~1998年の肉眼的血尿と骨盤骨折を合併した15例の報告では、同一患者の造影CTと逆行性膀胱造影の比較を行い、逆行性膀胱造影で膀胱外傷を診断できた15例のうち、造影CTでは9例(60%)のみ診断できた<sup>11)</sup>。この試験では造影剤投与方法は静注であり、膀胱造影は尿道カテーテルをクランプしたのみであり、CTによる膀胱外傷の診断には希釈造影剤による逆行性膀胱造影が必要であると結論されている<sup>11, 12)</sup>。

### 3. 血液生化学的検査

腹膜からの尿の再吸収を反映し、腹膜内破裂では血清クレアチニン値や血清BUN値の上昇がみられるとの報告がある。小児における膀胱外傷のうち腹膜外破裂14例と腹膜内破裂18例の後向き比較研究では、腹膜内破裂で血清クレアチニン値、血清カリウム値が有意に高く、24時間以上の遅延期では血清ナトリウム値低値と血清BUN値の有意な高値が観察された<sup>13)</sup>。しかし、血液生化学的検査には反映しないとの成人における研究もあり、全身状態や輸血などの影響も受けるため適用には慎重を要する<sup>4)</sup>。

### 4. 膀胱鏡

外傷における膀胱鏡の役割は、尿道外傷では有用だが、膀胱外傷では限定的である。しかし医原性外傷、特に婦人科手術(子宮全摘術)では79の論文によるメタアナリシスにより、術中に膀胱鏡をルーチンに使用しなかった場合、膀胱外傷の診断率が0.58%であったが、術中のルーチン使用により2.0%に上昇した報告がある<sup>14)</sup>。また尿失禁手術で全例の膀胱鏡検査により95/1,830例(5.2%)で膀胱外傷を診断できた報告がある<sup>15)</sup>。子宮全摘では経済的なコストの上昇も報告されるが<sup>16)</sup>、腹腔鏡下子宮全摘術においては尿管損傷も含めた下部尿路損傷がないか術中に膀胱鏡による評価を推奨する報告もある<sup>17)</sup>。

…参考文献…

- 1) Brewer ME, Wilmoth RJ, Enderson BL, Daley BJ : Prospective comparison of microscopic and gross hematuria as predictors of bladder injury in blunt trauma. *Urology* 69 : 1086-1089, 2007
- 2) Morey AF, Iverson AJ, Swan A, et al : Bladder rupture after blunt trauma : guidelines for diagnostic imaging. *J Trauma* 51 : 683-686, 2001
- 3) Carroll PR, McAninch JW : Major bladder trauma : mechanisms of injury and a unified method of diagnosis and repair. *J Urol* 132 : 254-257, 1984
- 4) Schneider RE : Genitourinary trauma. *Emerg Med Clin North Am* 11 : 137-145, 1993
- 5) Santucci RA, Bartley JM : Urologic trauma guidelines : a 21st century update. *Nat Rev Urol* 7 : 510-519, 2010
- 6) Morey AF, Brandes S, Dugi DD 3rd, et al : American Urological Association. Urotrauma : AUA guideline. *J Urol* 192 : 327-335, 2014
- 7) Chen HT, Wang YC, Hsieh CC, et al : Trends and predictors of mortality in unstable pelvic ring fracture : a 10-year experience with a multidisciplinary institutional protocol. *World J Emerg Surg* 14 : 61, 2019
- 8) Deck AJ, Shaves S, Talner L, Porter JR : Computerized tomography cystography for the diagnosis of traumatic bladder rupture. *J Urol* 164 : 43-46, 2000
- 9) Chan DP, Abujudeh HH, Cushing GL Jr, Novelline RA : CT cystography with multiplanar reformation for suspected bladder rupture : experience in 234 cases. *AJR Am J Roentgenol* 187 : 1296-1302, 2006
- 10) Quagliano PV, Delair SM, Malhotra AK : Diagnosis of blunt bladder injury : A prospective comparative study of computed tomography cystography and conventional retrograde cystography. *J Trauma* 61 : 410-421, 2006
- 11) Haas CA, Brown SL, Spirnak JP : Limitations of routine spiral computerized tomography in the evaluation of bladder trauma. *J Urol* 162 : 51-52, 1999
- 12) Wirth GJ, Peter R, Poletti PA, Iselin CE : Advances in the management of blunt traumatic bladder rupture : experience with 36 cases. *BJU Int* 106 : 1344-1349, 2010
- 13) Ciftci AO, Tanyel FC, Senocak ME, Büyükpamukçu N, Hiçsönmez A : Biochemical predictors for differentiating intraperitoneal and extraperitoneal bladder perforation. *J Pediatr Surg* 34 : 367-369, 1999
- 14) Teeluckdharry B, Gilmour D, Flowerdew G : Urinary Tract Injury at Benign Gynecologic Surgery and the Role of Cystoscopy : A Systematic Review and Meta-analysis. *Obstet Gynecol* 126 : 1161-1169, 2015
- 15) Zyczynski HM, Sirls LT, Greer WJ, et al : Urinary Incontinence Treatment Network. Findings of universal cystoscopy at incontinence surgery and their sequelae. *Am J Obstet Gynecol* 210 : 480.e1-480.e8, 2014
- 16) Cadish LA, Ridgeway BM, Shepherd JP : Cystoscopy at the time of benign hysterectomy : a decision analysis. *Am J Obstet Gynecol* 220 : 369.e1-369.e7, 2019
- 17) AAGL Advancing Minimally Invasive Gynecology Worldwide. AAGL Practice Report : Practice guidelines for intraoperative cystoscopy in laparoscopic hysterectomy. *J Minim Invasive Gynecol* 19 : 407-411, 2012



## CQ19 膀胱外傷に対する保存的治療の適応と方法は？

鈍的外傷や医原性による腹膜外 (extraperitoneal) 破裂のうち、他に合併症を有しない場合は、尿道カテーテル留置による保存的治療の適応になる (推奨グレード C1)。一方、腹膜内 (intraperitoneal) 破裂の場合は保存的治療が成功した報告は少数であり、原則として外科的に治療介入すべきである (推奨グレード B)。保存的治療を行った場合、膀胱造影による評価を行い、4 週間経過しても尿溢流が持続する場合は外科的介入を検討する。

### 解 説

膀胱外傷において、保存的治療と外科的治療について無作為化試験は存在しない。以下はすべて観察研究に基づいている。

#### 1. 鈍的外傷による腹膜外破裂

鈍的外傷による腹膜外破裂で、複雑な合併症を伴わない場合は、原則として保存的治療が推奨される<sup>1-3)</sup>。

鈍的外傷による腹膜外破裂の 5 論文を統合したシステマティックレビューによると、保存的治療中に外科的治療が必要となるのは 2.4% (169 件中 4 件) と低く、また、感染症を合併する率は外科的介入群と比較して差を認めなかった<sup>4)</sup>。

保存的治療が適さない複雑な合併症とは、膀胱頸部損傷や、膀胱壁内への骨片など異物が存在する場合、直腸損傷などの腸管や膣などの損傷を合併している場合があげられる<sup>2, 5-7)</sup>。

また骨盤骨折に合併する膀胱外傷では、骨盤骨折に対して整形外科的な介入 (観血的内固定術など) を行う場合には、腹膜外破裂であったとしても、保存的治療よりは同時に外科的に修復した方が有害事象の頻度が低かったと報告されている<sup>1, 7-10)</sup>。

#### 2. 鈍的外傷による腹膜内破裂

経尿道的膀胱腫瘍切除術 (TURBT) で腹膜内破裂を起こした 3 例に、腹膜炎の徴候を呈しながらも尿道カテーテルと腹腔への 8Fr ピッグテイルカテーテル留置で保存的に回復しえた報告<sup>11)</sup>があるものの、鈍的外傷による腹膜内破裂では原則として外科的修復が推奨される。Yeung ら<sup>4)</sup>のシステマティックレビューによると、腹膜内破裂の場合は腹膜炎、尿毒症による死亡リスクが懸念され、多くが外科的介入を受けて高い治療成功率が報告される一方で、保存的治療の成功例の報告はわずか 7 例のみであることから、メタアナリシスが成立せず、腹膜内破裂について保存的治療は推

奨しがたいと結論づけており、臨床的観点からも妥当なものと考えられる。

### 3. 穿通性外傷

銃創，刺創などによる穿通性外傷は，周囲臓器合併損傷の可能性も高く，腹膜外か腹膜内かにかかわらず，外科的に損傷部位を検索し修復することが推奨される<sup>1, 6, 7, 12)</sup>。

### 4. 経尿道的手術での膀胱外傷

腹膜外破裂であれば，止血状態が安定していれば保存的治療は可能である<sup>2)</sup>。

腹膜内破裂であっても，経尿道的手術による単純性の穿孔で，イレウス症状や腹膜炎がない場合に限り，保存的治療が可能な場合がある<sup>2)</sup>。

Skolarikos ら<sup>13)</sup>はTURBT 34例の膀胱穿孔（腹膜外破裂29例と，腹膜内破裂5例）を報告し，26例は尿道カテーテルの1週間留置のみで改善したものの，4例は腹痛や尿路感染のために，膀胱外のドレナージをさらに留置して保存的に治療することとなり，残りの4例（うち3例が腹膜内破裂）は外科的修復を必要とした。保存的に治療しえた30例は中央値60ヵ月の観察期間において膀胱外再発を認めなかった。しかし外科的修復を要した4例は全例に膀胱癌の膀胱外再発が認められた。

### 5. 尿道スリング手術（TOT手術，TVT手術）

経閉鎖孔式尿道スリング手術（TOT手術，Trans-Obturator Tape：TOT）や経膈恥骨上式尿道スリング手術（TVT手術，Tension-Free Vaginal Tape：TVT）は基本的に小さな腹膜外損傷であり，スリングを引き抜き，正しく穿刺し直した上で，尿道カテーテルを2～7日程度留置することで保存的に改善が期待できる<sup>2, 14, 15)</sup>。

### 6. 保存的治療の方法

膀胱外傷に対する保存的治療で尿道カテーテル留置期間は，諸家の報告でばらつきがあるものの，2～3週間程度で治癒したと報告するものが多く，14日以内に治癒している場合も74～87%あると報告されている<sup>2, 3, 7, 16, 17)</sup>。

小児（1～13歳）の報告でも，鈍的外傷ならば平均10日前後の留置期間で改善している<sup>18)</sup>。

膀胱瘻（造設術）は尿道カテーテル管理より尿のリークや在院日数が延長すると報告され，保存的治療戦略をとる場合は，特に理由がない限りは，尿道カテーテルのみの管理が好ましいとされる<sup>7, 19～21)</sup>。

保存的治療法の合併症として尿路皮膚瘻形成があり，Johnsen ら<sup>22)</sup>は保存的治療例56例のうち会陰皮膚瘻2例，大腿への尿路皮膚瘻4例の合併症を報告した。合併症の発覚までの期間の中央値は11日間であり，うち1例が死亡し，残り5例は外科的修復をうけた。

保存的治療法の評価は，膀胱造影で溢流を認める場合が13～18%程度あることか

ら膀胱造影は必要と考えられる<sup>2, 3, 5, 7, 8, 23)</sup>。Johnsen ら<sup>23)</sup>によると保存的治療を行った腹膜外破裂 56 例のうち 46 例 (82%) は中央値 19 日間で、膀胱造影で溢流を認めなくなったが、10 例 (18%) は持続的溢流を認め、7 例は関連する合併症のために外科的修復を必要としたと報告している。これらのことから、保存的治療を行って 4 週間までに治癒しない場合、外科的修復を検討すべきである<sup>1, 3, 7)</sup>。

…参考文献…

- 1) Coccolini F, Moore EE, Kluger Y, et al : Kidney and uro-trauma : WSES-AAST guidelines. World J Emerg Surg 14 : 54, 2019
- 2) Kitrey ND, Djakovic N, Hallscheidt P, et al : EAU Guidelines on Urological Trauma. 2021
- 3) Morey AF, Broghammer JA, Hollowell CMP, McKibben MJ, Souter L : Urotrauma Guideline 2020 : AUA Guideline. J Urol 205 : 30-35, 2021
- 4) Yeung LL, McDonald AA, Como JJ, et al : Management of blunt force bladder injuries : A practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma. J Trauma Acute Care Surg 86 : 326-336, 2019
- 5) Bryk DJ, Zhao LC : Guideline of guidelines : a review of urological trauma guidelines. BJU Int 117 : 226-234, 2016
- 6) Lumen N, Kuehhas FE, Djakovic N, et al : Review of the current management of lower urinary tract injuries by the EAU Trauma Guidelines Panel. Eur Urol 67 : 925-929, 2015
- 7) Mahat Y, Leong JY, Chung PH : A contemporary review of adult bladder trauma. J Inj Violence Res 11 : 101-106, 2019
- 8) Johnsen NV, Young JB, Reynolds WS, et al : Evaluating the Role of Operative Repair of Extraperitoneal Bladder Rupture Following Blunt Pelvic Trauma. J Urol 195 : 661-665, 2016
- 9) Wirth GJ, Peter R, Poletti PA, Iselin CE : Advances in the management of blunt traumatic bladder rupture : experience with 36 cases. BJU Int 106 : 1344-1349, 2010
- 10) Yao HH, Esser M, Grummet J, Atkins C, Royce P, Hanegbi U : Lower risk of pelvic metalware infection with operative repair of concurrent bladder rupture. ANZ J Surg 88 : 560-564, 2018
- 11) Manikandan R, Lynch N, Grills RJ : Percutaneous peritoneal drainage for intraperitoneal bladder perforations during transurethral resection of bladder tumors. J Endourol 17 : 945-947, 2003
- 12) Velmahos GC, Degiannis E : The management of urinary tract injuries after gunshot wounds of the anterior and posterior abdomen. Injury 28 : 535-538, 1997
- 13) Skolarikos A, Chrisofos M, Ferakis N, Papatsoris A, Dellis A, Deliveliotis C : Does the management of bladder perforation during transurethral resection of superficial bladder tumors predispose to extravesical tumor recurrence? J Urol 173 : 1908-1911, 2005
- 14) 稲留彰人, 吉田正貴, 木谷公亮, 他 : 腹圧性尿失禁に対する tension-free vaginal tape (TVT) 手術の臨床的検討. 西日泌 65 : 101-105, 2003
- 15) 霞弘之, 森龍雄, 衣田隆俊, 他 : 当科での腹圧性尿失禁における TVT スリング手術について. 日更年医学会誌 15 : 38-43, 2007
- 16) Corriere JN Jr, Sandler CM : Mechanisms of injury, patterns of extravasation and management of extraperitoneal bladder rupture due to blunt trauma. J Urol 139 : 43-44, 1988
- 17) Kotkin L, Koch MO : Morbidity associated with nonoperative management of extraperitoneal bladder injuries. J Trauma 38 : 895-898, 1995
- 18) Osman Y, El-Tabey N, Mohsen T, El-Sherbiny M : Nonoperative treatment of isolated post-traumatic intraperitoneal bladder rupture in children-is it justified? J Urol 173 : 955-957, 2005
- 19) Margolin DJ, Gonzalez RP : Retrospective analysis of traumatic bladder injury : does suprapubic catheterization alter outcome of healing? Am Surg 70 : 1057-1060, 2004

- 20) Parry NG, Rozycki GS, Feliciano DV, et al : Traumatic rupture of the urinary bladder : is the suprapubic tube necessary? J Trauma 54 : 431-436, 2003
- 21) Alli MO, Singh B, Moodley J, Shaik AS : Prospective evaluation of combined suprapubic and urethral catheterization to urethral drainage alone for intraperitoneal bladder injuries. J Trauma 55 : 1152-1154, 2003
- 22) Johnsen NV, Sosland R, Kaufman MR, Guillamondegui OD, Dmochowski RR : Urinary-cutaneous Fistulae Following Conservative Management of Extraperitoneal Bladder Ruptures. Urology 109 : 195-200, 2017
- 23) Johnsen NV, Dmochowski RR, Guillamondegui OD : Clinical Utility of Routine Follow-up Cystography in the Management of Traumatic Bladder Ruptures. Urology 113 : 230-234, 2018

## CQ20 膀胱外傷に対する外科的治療の適応と方法は？

腹膜内（intraperitoneal）膀胱破裂は、腹腔内への尿溢流が致死性の腹膜炎や敗血症、尿毒症を起こす恐れがあり、原則として外科的な膀胱修復術が望ましい。穿通性外傷の場合も、他の損傷部位の検索のため外科的介入が望ましい。腹膜外（extraperitoneal）膀胱破裂は、膀胱頸部損傷の場合や骨片など膀胱内に異物が存在する場合、他臓器の合併損傷が疑われる、もしくは否定できない場合、また観血的に骨盤骨折を内固定する場合には外科的膀胱修復術を行うことが望ましい（推奨グレードB）。

### 解説

#### 1. 鈍的膀胱外傷

鈍的外傷による腹膜外膀胱破裂でも複雑な合併症を伴う場合は外科的に膀胱修復術が望ましい。保存的治療が適さない複雑な合併症とは、膀胱頸部に損傷がある場合や、膀胱壁内に骨片などの異物が存在する場合、直腸、膣など他臓器の損傷が疑われる、もしくは否定できない場合があげられる<sup>1-5</sup>）。

腹膜内膀胱破裂の場合は、腹膜炎、尿毒症による死亡リスクが懸念され、多くが外科的介入を受けて高い治療成功率が報告されており、外科的修復をすることは現在、標準的な治療法となっている<sup>6</sup>）。

骨盤骨折に伴う膀胱外傷では、骨盤骨折を内固定する症例があることから、膀胱外傷を保存的に管理した場合、尿溢流で固定器具の感染リスクが増える可能性が指摘されている<sup>7</sup>）。Yaoら<sup>8</sup>）は内固定を必要とする骨盤骨折で膀胱外傷を併発した45例を検討し（腹膜内破裂13例、腹膜外破裂28例、腹膜内外破裂4例）、骨盤内固定器具の感染率は、外科的膀胱修復群が保存的治療単独群よりも低かった、と報告（5.6%対33.3%、 $P=0.047$ ）している。このため、骨盤骨折で整形外科的に内固定器具を留置する場合は、特に複雑ではない腹膜外破裂であっても、同時に外科的膀胱修復術を行うことが推奨される<sup>2, 3, 5</sup>）。

また、他に外科的治療を行うべき合併症がある場合は、同時に膀胱修復術を行う方が尿路合併症や在院日数が短い傾向にあると報告される<sup>6, 9, 10</sup>）。

膀胱頸部損傷は失禁に繋がる重篤な後遺症の危険性があり、成人より小児に合併しやすく、一次修復で改善しない尿失禁に対しては尿路変向術も選択肢となる<sup>11</sup>）。

保存的治療法を選択して4週間以上経過しても、尿溢流が消失しない膀胱外傷には、外科的な治療介入が推奨される<sup>5</sup>）。

## 2. 穿通性外傷

穿通性膀胱外傷は、迅速な損傷部位の探索と膀胱修復が必要とされる。尿管損傷を確認するため膀胱の高位切開も検討する。特に銃創は入口部と出口部の二箇所の損傷部位を伴うため、慎重に検索する必要がある<sup>2, 4, 12)</sup>。

## 3. 経尿道的手術

膀胱癌に対する経尿道的膀胱腫瘍切除術（TURBT）中の膀胱穿孔は、癌の膀胱外播種が懸念される。Skolarikos ら<sup>13)</sup>の報告では TURBT 3,410 例のうち、外科的修復を施行したのは 4 例で腹膜外破裂が 1 例、腹膜内破裂が 3 例であった。修復を必要とした症例は、穿孔が大きく出血が制御できなかった 2 例、電解質異常を併発した 1 例、腸管穿孔が疑われた 1 例であった。最終的に 4 例すべてが腹膜外再発を認め（再発まで中央値 7.5 ヶ月）、うち 1 例は外科的に切除でき、残り 3 例は癌死の転帰となった。Golan ら<sup>14)</sup>は 4,144 例の TURBT 中の腹膜内破裂 12 例を検討し、介入が遅延した 2 例は術後 1 週間以内に死亡したものの、膀胱穿孔から 1 年、3 年、5 年後の膀胱癌無再発生存率は、各 83%、71%、41% であり、長期的再発リスクは過大とはならないと報告している。

また、前立腺肥大症に対する経尿道的ホルミウムレーザー前立腺核出術（transurethral holmium laser enucleation of the prostate : HoLEP）の術中に、膀胱穿孔と出血のため、外科的膀胱修復術を施行した報告もある<sup>15)</sup>。

## 4. 外科的治療の方法

膀胱穿孔部位の修復方法については、吸収性縫合糸で膀胱壁を 2 層に閉鎖する方法<sup>4)</sup>が主流であるが、water-tight であれば 1 層縫合でも問題ないとする報告があり確立していない<sup>3, 16, 17)</sup>。

外科的修復術後に恥骨上に膀胱瘻を造設すると、尿道カテーテル管理のみの場合より尿のリークや在院日数が延長すると報告され、尿道カテーテルのみの管理が好ましいとされる<sup>18~22)</sup>。しかし小児の場合は、膀胱頸部損傷の可能性が高いこともあり、頸部保護のために膀胱瘻造設が推奨される<sup>1)</sup>。

バイタルサインが安定し他に開腹手術を必要とする適応がない場合は、単発の腹膜内破裂であれば腹腔鏡下の膀胱修復術も考慮することは可能である<sup>2, 7)</sup>。また婦人科や消化器科の腹腔鏡手術における医原性膀胱外傷においても、腹腔鏡下で安全に修復できたと報告されている<sup>16)</sup>。TURBT での腹膜内破裂に対する腹腔鏡下膀胱修復術の報告もされている<sup>23)</sup>。

一般的に外科的な膀胱修復術後であれば、膀胱造影は必須ではなく、膀胱造影検査を省略して 5～10 日程度で尿道カテーテルの抜去は可能である。しかし、ステロイド剤の使用歴や尿路感染症など創傷治癒の遷延が懸念される場合は膀胱造影による評価を検討する<sup>3)</sup>。

…参考文献…

- 1) Bryk DJ, Zhao LC : Guideline of guidelines : a review of urological trauma guidelines. *BJU Int* 117 : 226-234, 2016
- 2) Coccolini F, Moore EE, Kluger Y, et al : Kidney and uro-trauma : WSES-AAST guidelines. *World J Emerg Surg* 14 : 54, 2019
- 3) Kitrey ND, Djakovic N, Hallscheidt P, et al : EAU Guidelines on Urological Trauma. 2021
- 4) Lumen N, Kuehhas FE, Djakovic N, et al : Review of the current management of lower urinary tract injuries by the EAU Trauma Guidelines Panel. *Eur Urol* 67 : 925-929, 2015
- 5) Morey AF, Broghammer JA, Hollowell CMP, McKibben MJ, Souter L : Urotrauma Guideline 2020 : AUA Guideline. *J Urol* 205 : 30-35, 2021
- 6) Yeung LL, McDonald AA, Como JJ, et al : Management of blunt force bladder injuries : A practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma. *J Trauma Acute Care Surg* 86 : 326-336, 2019
- 7) Wirth GJ, Peter R, Poletti PA, Iselin CE : Advances in the management of blunt traumatic bladder rupture : experience with 36 cases. *BJU Int* 106 : 1344-1349, 2010
- 8) Yao HH, Esser M, Grummet J, Atkins C, Royce P, Hanegbi U : Lower risk of pelvic metal-ware infection with operative repair of concurrent bladder rupture. *ANZ J Surg* 88 : 560-564, 2018
- 9) Johnsen NV, Sosland R, Kaufman MR, Guillaumondegui OD, Dmochowski RR : Urinary-cutaneous Fistulae Following Conservative Management of Extraperitoneal Bladder Ruptures. *Urology* 109 : 195-200, 2017
- 10) 松村善昭, 家村友輔, 福井真二, 影林頼明, 三馬省二 : 医原性尿路損傷に対する尿路修復術の検討. *泌紀* 64 : 95-99, 2018
- 11) Routh JC, Husmann DA : Long-term continence outcomes after immediate repair of pediatric bladder neck lacerations extending into the urethra. *J Urol* 178 : 1816-1818, 2007
- 12) Velmahos GC, Degiannis E : The management of urinary tract injuries after gunshot wounds of the anterior and posterior abdomen. *Injury* 28 : 535-538, 1997
- 13) Skolarikos A, Chrisofos M, Ferakis N, Papatsoris A, Dellis A, Deliveliotis C : Does the management of bladder perforation during transurethral resection of superficial bladder tumors predispose to extravesical tumor recurrence? *J Urol* 173 : 1908-1911, 2005
- 14) Golan S, Baniel J, Lask D, Livne PM, Yossepowitch O : Transurethral resection of bladder tumour complicated by perforation requiring open surgical repair - clinical characteristics and oncological outcomes. *BJU Int* 107 : 1065-1068, 2011
- 15) 竹内康晴, 関戸哲利, 澤田喜友, 他 : ホルミウムレーザー前立腺核出術導入期の合併症とその対策に関する検討. *泌紀* 64 : 207-212, 2018
- 16) Nezhat CH, Seidman DS, Nezhat F, Rottenberg H, Nezhat C : Laparoscopic management of intentional and unintentional cystotomy. *J Urol* 156 : 1400-1402, 1996
- 17) Urry RJ, Clarke DL, Bruce JL, Laing GL : The incidence, spectrum and outcomes of traumatic bladder injuries within the Pietermaritzburg Metropolitan Trauma Service. *Injury* 47 : 1057-1063, 2016
- 18) Volpe MA, Pachter EM, Scalea TM, Macchia RJ, Mydlo JH : Is there a difference in outcome when treating traumatic intraperitoneal bladder rupture with or without a suprapubic tube? *J Urol* 161 : 1103-1105, 1999
- 19) Mahat Y, Leong JY, Chung PH : A contemporary review of adult bladder trauma. *J Inj Violence Res* 11 : 101-106, 2019
- 20) Margolin DJ, Gonzalez RP : Retrospective analysis of traumatic bladder injury : does suprapubic catheterization alter outcome of healing? *Am Surg* 70 : 1057-1060, 2004
- 21) Parry NG, Rozycki GS, Feliciano DV, et al : Traumatic rupture of the urinary bladder : is the suprapubic tube necessary? *J Trauma* 54 : 431-436, 2003
- 22) Alli MO, Singh B, Moodley J, Shaik AS : Prospective evaluation of combined suprapubic and

- urethral catheterization to urethral drainage alone for intraperitoneal bladder injuries. *J Trauma* 55 : 1152-1154, 2003
- 23) Gołab A, Słojewski M, Gliniewicz B, Sikorski A : Laparoscopy as a treatment for intraperitoneal bladder injury. *Scand J Urol Nephrol* 37 : 339-341, 2003





# III

---

## 尿道外傷

## CQ21 尿道外傷の受傷機転は何か？

尿道外傷は外的外傷と医原性外傷に分類される。外的外傷は交通外傷や労働災害に起因する例が多く、患者の大半は50歳以下の若年者である。一方、医原性外傷は主に尿道カテーテル挿入時や長期留置、経尿道的手術時の内視鏡操作により発生し、患者の多くは高齢者である。いずれの外傷も圧倒的に男性に多く認められる。

### 解 説

#### 1. 外的尿道外傷

外的尿道外傷は比較的稀な泌尿器外傷で、頻度は泌尿器外傷全体の約4%にすぎない<sup>1)</sup>。圧倒的に男性に多く、ほとんどが鈍的外傷である<sup>1, 2)</sup>。部位別には前部尿道外傷では会陰部鈍的外傷（騎乗型外傷）による球部尿道外傷、後部尿道外傷は骨盤骨折に関連するもの（PFUI）が大部分を占める<sup>1)</sup>。

##### 1) 会陰部鈍的外傷（騎乗型外傷）

作業中の梯子などからの転落による会陰部の打撲や交通事故による会陰部への外力により尿道が恥骨下縁で圧挫されることによって受傷する<sup>3~5)</sup>。ほぼ男性特有の受傷パターンであり、可動性に乏しい球部尿道が好発部位である<sup>4)</sup>。患者年齢は平均31歳と若い<sup>3)</sup>。軽症例では受傷直後に医療機関を受診せず、後に尿道狭窄症を続発してから来院する例も多い<sup>5)</sup>。

##### 2) 骨盤骨折

骨盤骨折は交通外傷、労働災害、転落事故などにより生じる高エネルギー外傷で、1.1～21%に尿道外傷（PFUI）を合併する<sup>6~16)</sup>。患者年齢は平均37～50歳と若年者に多い<sup>6, 7, 15~18)</sup>。患者の多くは成人男性で、最も損傷を受けやすい部位は膜様部尿道と球部尿道の境界部で、膜様部内の損傷と前立腺尖部の損傷がそれに続く<sup>19, 20)</sup>。男児では前立腺や前立腺周囲の構造が未成熟であることから、より中枢側（前立腺部尿道、膀胱頸部）で損傷し、成人例より完全断裂になりやすく、断裂が成人例より長くなる傾向が強い<sup>11, 13, 21, 22)</sup>。一方、女性の場合、骨盤の安定性、尿道の可動性および伸縮性が高いことから尿道外傷は極めて稀である（男女比は1対10～1対60）<sup>1, 8, 10, 12, 22~24)</sup>。

骨盤骨折は骨盤輪骨折と寛骨臼骨折に分類されるが、尿道外傷を合併する骨盤骨折の大部分は不安定型骨盤輪骨折である<sup>6, 7, 9, 10, 12, 13, 19)</sup>。また、尿道外傷を合併する骨盤骨折は他臓器合併損傷を有する重症例が多く<sup>10, 25~27)</sup>、致死率が高い<sup>2, 8, 10)</sup>。特に膀胱損傷（23～31%）<sup>12, 13, 19)</sup>と直腸損傷（3～15%）<sup>28)</sup>は頻度の高い合併臓器損傷

である。

### 3) その他

その他の原因として、陰茎折症（3～20%に尿道損傷を合併）、尿道内異物、銃創や刺創が知られている<sup>4, 29)</sup>。また、女性特有の原因として、分娩時の尿道外傷が報告されている<sup>30)</sup>。

## 2. 医原性外傷

最も頻度が高い尿道外傷の要因である<sup>1, 24, 29, 31, 32)</sup>。外的外傷同様に頻度は圧倒的に男性に多い。

### 1) 尿道カテーテル

最も頻度の高い医原性尿道外傷の原因であり、頻度は尿道カテーテル挿入1,000件あたり6.7件と報告されている<sup>33)</sup>。国内からの報告ではADLの低下した70歳以上の高齢患者に多く認められることが指摘されている<sup>34)</sup>。外傷のパターンは、カテーテル先端による偽尿道形成、尿道内でのバルーン拡張、バルーンを拡張させたままでの抜去、留置後の外尿道口への摩擦による尿道粘膜の欠損や外尿道口の離開（いわゆる医原性尿道下裂）などがあり、入院を長期化させる要因になっている<sup>33, 35)</sup>。尿道カテーテルに関連する尿道外傷は挿入法や管理に対する適切な教育により減少できる可能性がある<sup>31, 32, 36～38)</sup>。カテーテルの材質に関しては、シリコン製のカテーテルや細径のカテーテルを使用することでリスクを軽減できる可能性が報告されている<sup>32)</sup>。留置カテーテルだけでなく、自己導尿も尿道外傷の要因とされており、親水性カテーテルは尿道損傷や関連する尿路感染症のリスクを軽減することが報告されている<sup>39)</sup>。

### 2) 経尿道的手術

前立腺肥大症や膀胱癌などに対する経尿道的手術時に生じる。モノポーラ電極からの通電、機器の口径が影響している可能性がある<sup>32)</sup>。外尿道口、振子部尿道と球部尿道の境界、球部尿道と膜様部尿道の境界が損傷を受けやすく、損傷を抑えるためには尿道内への十分な潤滑剤の使用が必要である<sup>32)</sup>。経尿道的前立腺切除術では前立腺体積や術者経験との関与が示唆されている<sup>32)</sup>。

### 3) その他

その他に前立腺癌手術、前立腺癌放射線治療、膀胱全摘術などの合併症、女性尿失禁に対するスリング手術時の尿道損傷が報告されている<sup>29, 32, 40)</sup>。

## …参考文献…

- 1) Mundy AR, Andrich DE : Urethral trauma. Part I : introduction, history, anatomy, pathology, assessment and emergency management. *BJU Int* 108 : 310-327, 2011
- 2) Ernst M, Sherman A, Danforth T, Guo WA : Lower urinary tract injury : is urology consultation necessary? *Int Urol Nephrol* 52 : 489-494, 2020
- 3) Elgammal MA : Straddle injuries to the bulbar urethra : management and outcome in 53 patients. *Int Braz J Urol* 35 : 450-458, 2009
- 4) Latini JM, McAninch JW, Brandes SB, Chung JY, Rosenstein D : SIU/ICUD Consultation On

- Urethral Strictures : Epidemiology, etiology, anatomy, and nomenclature of urethral stenoses, strictures, and pelvic fracture urethral disruption injuries. *Urology* 83 : S1-S7, 2014
- 5) Park S, McAninch JW : Straddle injuries to the bulbar urethra : management and outcomes in 78 patients. *J Urol* 171 : 722-725, 2004
  - 6) Aihara R, Blansfield JS, Millham FH, LaMorte WW, Hirsch EF : Fracture locations influence the likelihood of rectal and lower urinary tract injuries in patients sustaining pelvic fractures. *J Trauma* 52 : 205-208 ; discussion 208-209, 2002
  - 7) Basta AM, Blackmore CC, Wessells H : Predicting urethral injury from pelvic fracture patterns in male patients with blunt trauma. *J Urol* 177 : 571-575, 2007
  - 8) Battaloglu E, Figuero M, Moran C, Lecky F, Porter K : Urethral injury in major trauma. *Injury* 50 : 1053-1057, 2019
  - 9) Bhatt NR, Merchant R, Davis NF, et al : Incidence and immediate management of genitourinary injuries in pelvic and acetabular trauma : a 10-year retrospective study. *BJU Int* 122 : 126-132, 2018
  - 10) Bjurlin MA, Fantus RJ, Mellett MM, Goble SM : Genitourinary injuries in pelvic fracture morbidity and mortality using the National Trauma Data Bank. *J Trauma* 67 : 1033-1039, 2009
  - 11) Gómez RG, Mundy T, Dubey D, et al : SIU/ICUD consultation on urethral strictures : pelvic fracture urethral injuries. *Urology* 83 : S48-S58, 2014
  - 12) Johnsen NV, Dmochowski RR, Young JB, Guillaumondegui OD : Epidemiology of Blunt Lower Urinary Tract Trauma With and Without Pelvic Fracture. *Urology* 102 : 234-239, 2017
  - 13) Koraitim MM, Marzouk ME, Atta MA, Orabi SS : Risk factors and mechanism of urethral injury in pelvic fractures. *Br J Urol* 77 : 876-880, 1996
  - 14) Tarman GJ, Kaplan GW, Lerman SL, McAleer IM, Losasso BE : Lower genitourinary injury and pelvic fractures in pediatric patients. *Urology* 59 : 123-126 ; discussion 126, 2002
  - 15) 安竹秀俊, 上原健治, 赤丸智之, 他 : 【救急医療】 当院における骨盤骨折の治療状況. *石川中病医誌* 26 : 17-20, 2004
  - 16) 山川泰明, 横尾賢, 望月雄介, 清野正善, 尾崎敏文, 野田知之 : 下部尿路損傷を伴う骨盤輪損傷の治療成績. *骨折* 41 : 77-80, 2019
  - 17) Eidelman E, Stormont I, Churukanti G, et al : Injury severity score associated with concurrent bladder injury in patients with blunt urethral injury. *World J Urol* 37 : 983-988, 2019
  - 18) 大橋伸生, 富樫正樹, 大山格, 他 : 膀胱・尿道外傷 62 例の臨床的検討. *札幌病医誌* 53 : 257-265, 1993
  - 19) Andrich DE, Day AC, Mundy AR : Proposed mechanisms of lower urinary tract injury in fractures of the pelvic ring. *BJU Int* 100 : 567-573, 2007
  - 20) 堀口明男, 東隆一, 辻田裕二郎, 他 : 後部尿道外傷に対する尿道形成術後の尿禁制に関する検討. *日排尿機能会誌* 25 : 304-308, 2014
  - 21) Batislam E, Ateş Y, Germiyanoglu C, Karabulut A, Gülerkaya B, Erol D : Role of Tile classification in predicting urethral injuries in pediatric pelvic fractures. *J Trauma* 42 : 285-287, 1997
  - 22) Martínez-Piñeiro L, Djakovic N, Plas E, et al : EAU Guidelines on Urethral Trauma. *Eur Urol* 57 : 791-803, 2010
  - 23) Carter CT, Schafer N : Incidence of urethral disruption in females with traumatic pelvic fractures. *Am J Emerg Med* 11 : 218-220, 1993
  - 24) Mundy AR, Andrich DE : Urethral trauma. Part II : Types of injury and their management. *BJU Int* 108 : 630-650, 2011
  - 25) Delaney KM, Reddy SH, Dayama A, Stone ME Jr, Meltzer JA : Risk factors associated with bladder and urethral injuries in female children with pelvic fractures : An analysis of the National Trauma Data Bank. *J Trauma Acute Care Surg* 80 : 472-476, 2016
  - 26) Podestá ML, Jordan GH : Pelvic fracture urethral injuries in girls. *J Urol* 165 : 1660-1665, 2001
  - 27) Venn SN, Greenwell TJ, Mundy AR : Pelvic fracture injuries of the female urethra. *BJU Int*

- 83 : 626-630, 1999
- 28) Husmann DA, Montgomery BD, Viers BR : Pelvic fracture urethral injuries associated with rectal injury : a review of acute and definitive urologic and bowel management with long term outcomes. *Transl Androl Urol* 9 : 106-114, 2020
  - 29) Kitrey ND, Djakovic N, Hallscheidt P, et al : EAU Guidelines on Urological Trauma. 2021
  - 30) Kattan SA : Maternal urological injuries associated with vaginal deliveries : change of pattern. *Int Urol Nephrol* 29 : 155-161, 1997
  - 31) Kashefi C, Messer K, Barden R, Sexton C, Parsons JK : Incidence and prevention of iatrogenic urethral injuries. *J Urol* 179 : 2254-2257 ; discussion 2257-2258, 2008
  - 32) Summerton DJ, Kitrey ND, Lumen N, Serafetinidis E, Djakovic N, European Association of Urology : EAU guidelines on iatrogenic trauma. *Eur Urol* 62 : 628-639, 2012
  - 33) Davis NF, Quinlan MR, Bhatt NR, et al : Incidence, cost, complications and clinical outcomes of iatrogenic urethral catheterization injuries : A prospective multi-institutional study. *J Urol* 196 : 1473-1477, 2016
  - 34) 八木橋祐亮, 島袋修一, 新垣義孝 : 尿道カテーテル法に関する看護師アンケート調査報告および医原性尿道損傷の臨床的検討. *日泌会誌* 105 : 196-201, 2014
  - 35) Shenhar C, Mansvetov M, Baniel J, Golan S, Aharony S : Catheter-associated meatal pressure injury in hospitalized males. *Neurourol Urodyn* 39 : 1456-1463, 2020
  - 36) Bhatt NR, Davis NF, Quinlan MR, et al : A prospective audit on the effect of training and educational workshops on the incidence of urethral catheterization injuries. *Can Urol Assoc J* 11 : E302-E306, 2017
  - 37) Sullivan JF, Forde JC, Thomas AZ, Creagh TA : Avoidable iatrogenic complications of male urethral catheterisation and inadequate intern training : a 4-year follow-up post implementation of an intern training programme. *Surgeon* 13 : 15-18, 2015
  - 38) Thomas AZ, Giri SK, Meagher D, Creagh T : Avoidable iatrogenic complications of urethral catheterization and inadequate intern training in a tertiary-care teaching hospital. *BJU Int* 104 : 1109-1112, 2009
  - 39) Shamout S, Biardeau X, Corcos J, Campeau L : Outcome comparison of different approaches to self-intermittent catheterization in neurogenic patients : a systematic review. *Spinal Cord* 55 : 629-643, 2017
  - 40) 鈴木省治, 加藤久美子, 山本茂樹, 古橋憲一, 鈴木弘一, 村瀬達良 : 骨盤臓器脱に対するTVM手術後の腹圧性尿失禁手術. *東海産婦会誌* 46 : 163-167, 2010

尿道外傷に特徴的な身体所見として外尿道口にみられる血液，肉眼的血尿，排尿困難または尿閉，膀胱緊満，会陰部から陰囊にかけての蝶形皮下血腫があげられる。尿道カテーテル留置困難であった場合は尿道外傷を疑うべきである。尿道外傷の診断には逆行性尿道造影が頻用される。

## 解説

尿道外傷はそれ自体が生命にかかわる外傷ではないが，診断を逸すると長期的な泌尿器・外性器の機能異常をきたし QOL の低下をもたらす<sup>1)</sup>。対応する医師は尿道外傷の身体所見や検査の特性を理解し，適切に尿道外傷を診断することが求められる。

### 1. 身体所見

尿道外傷の古典的な身体所見には，外尿道口にみられる血液（感度 8～74%）<sup>2～4)</sup>，肉眼的血尿<sup>1, 5, 6)</sup>，排尿困難または尿閉（感度 26%）<sup>4)</sup>，膀胱緊満があげられる。会陰部から陰囊にかけての蝶形皮下血腫も尿道外傷を示唆する所見である。尿道カテーテルが挿入不可であった場合にも，尿道外傷を鑑別に含めるべきである<sup>3, 5, 7)</sup>。PFUI は直腸損傷を合併することがあるため<sup>8, 9)</sup>，直腸指診での確認が望ましい<sup>10, 11)</sup>。直腸指診での前立腺の高位浮動は PFUI を示唆する所見として知られているが，実際には判断が難しく感度・特異度ともに低い<sup>2, 7, 12)</sup>。女性の PFUI においても外尿道口にみられる血液は尿道外傷のサインとなるが，膣裂創も重要な所見である<sup>5)</sup>。このような身体所見が顕在化するまでには受傷からの時間を要することがあるため<sup>3, 7, 13)</sup>，初期対応時にこれらの所見を示さないことは尿道外傷の否定の根拠とはならないことに注意が必要である。

### 2. 画像検査

#### 1) 尿道造影 (Urethrography : UG)

逆行性尿道造影 (Retrograde Urethrography : RUG) は尿道外傷の診断に頻用される<sup>7, 9, 11, 14～17)</sup>。体位は 30 度ほどの半側臥位とし，外尿道口からシリンジを用いて 20～30mL の造影剤をゆっくり注入する<sup>18)</sup>。尿道外傷の分類法として Goldman 分類<sup>19)</sup> (表 1)，AAST 分類<sup>20)</sup> (表 2)，EAU 分類<sup>21)</sup> (表 3) が知られている。前者は損傷部位に，後者 2 者は尿道の連続性の有無に主眼を置いた分類である。造影剤が損傷部位を超えて流入し，近位の尿道や膀胱が造影される例を部分断裂，近位の尿道や膀胱が造影されない例を完全断裂と定義しているが，外尿道括約筋の緊張による生理的

表 1 尿道外傷分類 (Goldman 分類) (文献 19 より引用)

Injury Type	Injury Description	Urethrographic Appearance
I	Stretching or elongation of the otherwise intact posterior urethra	Intact but stretched urethra
II	Urethral disruption above the urogenital diaphragm while the membranous segment remains intact	Contrast agent extravasation above the urogenital diaphragm only
III	Disruption of the membranous urethra, extending below the urogenital diaphragm and involving the anterior urethra	Contrast agent extravasation below the urogenital diaphragm, possibly extending to the pelvis or perineum ; intact bladder neck
IV	Bladder neck injury extending into the proximal urethra	Extraperitoneal contrast agent extravasation ; bladder neck disruption
IVa	Bladder base injury simulating a type IV injury	Periurethral contrast agent extravasation ; bladder base disruption
V	Isolated anterior urethral injury	Contrast agent extravasation below the urogenital diaphragm, confined to the anterior urethra

表 2 尿道外傷分類 (AAST 分類) (文献 20 より引用)

Injury Type	Injury Description	Urethrographic Appearance	Treatment
1	Contusion	Normal	None
2	Stretch injury	Elongation of the urethra without extravasation	Conservative management with suprapubic or urethral catheterization
3	Partial disruption	Extravasation of contrast agent from the urethra with opacification of the bladder	Conservative management with suprapubic or urethral catheterization
4	Complete disruption	Extravasation of contrast agent from the urethra without opacification of the bladder and with urethral separation of < 2cm	Endoscopic realignment or delayed graft urethroplasty
5	Complete disruption	Complete transection with urethral separation of > 2cm or extension of injury to the prostate or vagina	Endoscopic realignment or delayed graft urethroplasty

表 3 尿道外傷分類 (EAU 分類) (文献 21 より引用)

Anterior urethra
Partial disruption
Complete disruption
Posterior urethra
Stretched but intact
Partial disruption
Complete disruption
Complex (involves bladder neck/rectum)



な尿道の閉鎖により造影剤が通過しないこともあり、両者の鑑別は尿道造影だけでは難しいことがある<sup>13)</sup>。単一の分類法で尿道外傷の部位や重症度を示すには至らず、現在でも標準化された分類法はない。

循環動態が不安定な PFUI では蘇生処置を優先し、循環動態が安定化してから尿道外傷の有無を評価する<sup>11, 15)</sup>。RUG を CT に先行して行うことで骨盤内出血の検出力が低下する可能性が指摘されており<sup>22)</sup>、RUG は全身検索の後に行うことが推奨される。

排尿時膀胱尿道造影 (voiding cystourethrography : VCUG) は続発する尿道狭窄の評価法として有用であるが、尿道外傷急性期における評価法としては一般的でない<sup>11, 23)</sup>。

## 2) 骨盤部 X 線撮影

骨盤骨折患者の初期評価で行われる検査の1つである。骨盤部 X 線撮影自体は尿道や周囲軟部組織損傷の評価に有用でないが、骨盤の不安定性が増大すると尿道外傷のリスクが高くなることが知られている<sup>8)</sup>。Lückhoff ら<sup>3)</sup>は恥骨結合離開例の尿道外傷に関する感度は92.5%であり、恥骨結合の離開に加え、外尿道口にみられる血液または会陰部血腫、前立腺の高位浮動のうちのどれか1つの所見を認めれば感度は100%になると報告している。恥骨結合の離開が1mm 増大するごとに尿道外傷のリスクが10%増大する<sup>24)</sup>という報告もある。Koraitim らは前方骨盤輪骨折のない症例では尿道外傷を認めず、仙腸関節骨折を伴う Straddle 骨折 (上下左右全ての恥骨枝の骨折) や Malgaigne 骨折 (前方骨盤輪と後方骨盤輪の垂直方向への骨折) が尿道外傷の高リスク因子と報告した<sup>25)</sup>。

## 3) CT

CT は骨盤骨折に加え、胸部や腹腔内臓器などの合併損傷に対する初期評価法として施行される。尿道外傷を疑う所見として、造影剤の尿道外溢流のほかに尿生殖隔膜周囲脂肪層、前立腺辺縁、球海綿体筋の不明瞭化、坐骨海綿体筋や内閉鎖筋の血腫が報告されている<sup>26)</sup>が、いずれも間接的な所見である。16列マルチスライス CT を用いた排尿時尿道造影は尿道外傷の診断に有用とする報告<sup>27)</sup>もあるが、排尿可能な症例に限ることや検査時間を要することから外傷急性期での検査法としては課題が残る。そのため CT は尿道外傷の急性期評価法としては確立されていない<sup>9, 28)</sup>。

## 4) 膀胱尿道鏡

軟性膀胱鏡は RUG と並び尿道外傷の初期評価法として推奨される。PFUI では RUG で完全断裂か部分断裂か判別困難なケースがあり<sup>13)</sup>、その鑑別においても有用とされている<sup>15, 17)</sup>。また、内視鏡観察下で尿道内腔にガイドワイヤーを挿入して PR の補助にするという利点もある<sup>29, 30)</sup>。陰茎折症に伴う陰茎部尿道外傷や女性の尿道外傷の評価では RUG よりも優れているとする報告がある<sup>31, 32)</sup>。

## 5) その他

腹部超音波検査は尿道外傷の急性期の評価法として確立されていない<sup>9)</sup>。MRIは陰茎折症に合併する尿道外傷の評価に有用であるとする報告がある<sup>33)</sup>。尿道外傷の急性期におけるMRIの役割は限定的であるが、断裂した尿道断端の位置や尿道海绵体の線維化を正確に評価できるため、続発した尿道狭窄症に対する待機的治療における画像評価法としての有用性が報告されている<sup>34, 35)</sup>。

## …参考文献…

- 1) Choi W, Rhee H, Chung E : Lower urinary tract imaging in pelvic fracture : an 11-year review of genitourinary complications and clinical outcomes. ANZ J Surg 87 : 257-261, 2017
- 2) Ball CG, Jafri SM, Kirkpatrick AW, et al : Traumatic urethral injuries : does the digital rectal examination really help us? Injury 40 : 984-986, 2009
- 3) Lückhoff C, Mitra B, Cameron PA, Fitzgerald M, Royce P : The diagnosis of acute urethral trauma. Injury 42 : 913-916, 2011
- 4) Elgammal MA : Straddle injuries to the bulbar urethra : management and outcome in 53 patients. Int Braz J Urol 35 : 450-458, 2009
- 5) Black PC, Miller EA, Porter JR, Wessells H : Urethral and bladder neck injury associated with pelvic fracture in 25 female patients. J Urol 175 : 2140-2144 : discussion 2144, 2006
- 6) Fallon B, Wendt JC, Hawtrey CE : Urological injury and assessment in patients with fractured pelvis. J Urol 131 : 712-714, 1984
- 7) Mundy AR, Andrich DE : Urethral trauma. Part I : introduction, history, anatomy, pathology, assessment and emergency management. BJU Int 108 : 310-327, 2011
- 8) Battaloglu E, Figuero M, Moran C, Lecky F, Porter K : Urethral injury in major trauma. Injury 50 : 1053-1057, 2019
- 9) Expert Panel on Urological Imaging, Heller MT, Oto A, et al : ACR Appropriateness Criteria<sup>®</sup> Penetrating Trauma-Lower Abdomen and Pelvis. J Am Coll Radiol 16 : S392-S398, 2019
- 10) Martínez-Piñeiro L, Djakovic N, Plas E, et al : EAU Guidelines on Urethral Trauma. Eur Urol 57 : 791-803, 2010
- 11) Gómez RG, Mundy T, Dubey D, et al : SIU/ICUD consultation on urethral strictures : pelvic fracture urethral injuries. Urology 83 : S48-S58, 2014
- 12) Johnson MH, Chang A, Brandes SB : The value of digital rectal examination in assessing for pelvic fracture-associated urethral injury : what defines a high-riding or nonpalpable prostate? J Trauma Acute Care Surg 75 : 913-915, 2013
- 13) Barratt RC, Bernard J, Mundy AR, Greenwell TJ : Pelvic fracture urethral injury in males-mechanisms of injury, management options and outcomes. Transl Androl Urol 7 : S29-S62, 2018
- 14) Morey AF, Brandes S, Dugi DD 3rd, et al : Urotrauma : AUA guideline. J Urol 192 : 327-335, 2014
- 15) Lumen N, Kuehhas FE, Djakovic N, et al : Review of the current management of lower urinary tract injuries by the EAU Trauma Guidelines Panel. Eur Urol 67 : 925-929, 2015
- 16) Pichler R, Fritsch H, Skradski V, et al : Diagnosis and management of pediatric urethral injuries. Urol Int 89 : 136-142, 2012
- 17) Coccolini F, Moore EE, Kluger Y, et al : Kidney and uro-trauma : WSES-AAST guidelines. World J Emerg Surg 14 : 54, 2019
- 18) Ingram MD, Watson SG, Skippage PL, Patel U : Urethral injuries after pelvic trauma : evaluation with urethrography. Radiographics 28 : 1631-1643, 2008
- 19) Goldman SM, Sandler CM, Corriere JN Jr, McGuire EJ : Blunt urethral trauma : a unified,

- anatomical mechanical classification. *J Urol* 157 : 85-89, 1997
- 20) Moore EE, Cogbill TH, Malangoni MA, et al : Organ injury scaling. *Surg Clin North Am* 75 : 293-303, 1995
  - 21) Chapple C, Barbagli G, Jordan G, et al : Consensus statement on urethral trauma. *BJU Int* 93 : 1195-1202, 2004
  - 22) Spencer Netto FA, Hamilton P, Kodama R, et al : Retrograde urethrocytography impairs computed tomography diagnosis of pelvic arterial hemorrhage in the presence of a lower urologic tract injury. *J Am Coll Surg* 206 : 322-327, 2008
  - 23) Angermeier KW, Rourke KF, Dubey D, Forsyth RJ, Gonzalez CM : SIU/ICUD Consultation on Urethral Strictures : Evaluation and follow-up. *Urology* 83 : S8-17, 2014
  - 24) Basta AM, Blackmore CC, Wessells H : Predicting urethral injury from pelvic fracture patterns in male patients with blunt trauma. *J Urol* 177 : 571-575, 2007
  - 25) Koraitim MM, Marzouk ME, Atta MA, Orabi SS : Risk factors and mechanism of urethral injury in pelvic fractures. *Br J Urol* 77 : 876-880, 1996
  - 26) Ali M, Safriel Y, Sclafani SJ, Schulze R : CT signs of urethral injury. *Radiographics* 23 : 951-963 ; discussion 963-966, 2003
  - 27) Chou CP, Huang JS, Wu MT, et al : CT voiding urethrography and virtual urethroscopy : preliminary study with 16-MDCT. *AJR Am J Roentgenol* 184 : 1882-1888, 2005
  - 28) Kane NM, Francis IR, Ellis JH : The value of CT in the detection of bladder and posterior urethral injuries. *AJR Am J Roentgenol* 153 : 1243-1246, 1989
  - 29) Kielb SJ, Voeltz ZL, Wolf JS : Evaluation and management of traumatic posterior urethral disruption with flexible cystourethroscopy. *J Trauma* 50 : 36-40, 2001
  - 30) Summerton DJ, Kitrey ND, Lumen N, Serafetinidis E, Djakovic N, European Association of Urology : EAU guidelines on iatrogenic trauma. *Eur Urol* 62 : 628-639, 2012
  - 31) Patel DN, Fok CS, Webster GD, Anger JT : Female urethral injuries associated with pelvic fracture : a systematic review of the literature. *BJU Int* 120 : 766-773, 2017
  - 32) Kamdar C, Mooppan UM, Kim H, Gulmi FA : Penile fracture : preoperative evaluation and surgical technique for optimal patient outcome. *BJU Int* 102 : 1640-1644 ; discussion 1644, 2008
  - 33) Sokolakis I, Schubert T, Oelschlaeger M, et al : The Role of Magnetic Resonance Imaging in the Diagnosis of Penile Fracture in Real-Life Emergency Settings : Comparative Analysis with Intraoperative Findings. *J Urol* 202 : 552-557, 2019
  - 34) Horiguchi A, Edo H, Soga S, et al : Magnetic Resonance Imaging Findings of Traumatic Bulbar Urethral Stricture Help Estimate Repair Complexity. *Urology* 135 : 146-153, 2020
  - 35) Oh MM, Jin MH, Sung DJ, Yoon DK, Kim JJ, Moon du G : Magnetic resonance urethrography to assess obliterative posterior urethral stricture : comparison to conventional retrograde urethrography with voiding cystourethrography. *J Urol* 183 : 603-607, 2010

## CQ23 尿道外傷の適切な初期治療は何か？

- ・逆行性尿道造影を行うことができないほど循環動態が不安定な骨盤骨折患者に対しては、習熟した医師が尿道カテーテル留置を一度だけ試み、留置不可能であれば膀胱瘻を造設する（推奨グレード C1）。
- ・循環動態が安定した骨盤骨折患者に対しては、まず逆行性尿道造影を行い、尿道外溢流があれば膀胱瘻造設または PR により尿ドレナージを行う（推奨グレード C1）。
- ・騎乗型外傷による尿道外傷では膀胱瘻造設が推奨される（推奨グレード C1）。
- ・医原性尿道外傷では尿道カテーテル留置または膀胱瘻造設が推奨される（推奨グレード C1）。
- ・穿通性の尿道外傷では即時の修復術が推奨される（推奨グレード C1）。

### 解説

尿道外傷の初期治療の目的は、排尿困難や尿閉症状の緩和、尿道外溢流による重症感染症の予防、尿量モニタリングなどの急性期管理だけでなく、続発する尿道狭窄、尿失禁、勃起障害などの晩期合併症のリスクを軽減することにある<sup>1)</sup>。

#### 1. 外的尿道外傷

##### 1) 骨盤骨折に伴う尿道外傷 (PFUI)

骨盤骨折の超急性期では循環動態の安定化を優先し、尿道外傷の有無は循環動態が安定してから評価する<sup>2)</sup>。尿道外傷は骨盤腔内や尿道周囲に尿溢流をきたし、膿瘍や敗血症などの感染症を合併するリスクがあるため、可及的すみやかに尿のドレナージルートを確認する必要がある。尿道カテーテル留置は尿道外傷を悪化させる可能性があり、尿道外傷の可能性を認識して慎重に行う必要がある<sup>1, 3)</sup>。尿道外傷の診断をつける余裕がない循環動態が不安定な患者では、習熟した医師がベッドサイドで尿道カテーテル留置を一度だけ試みる<sup>1, 4)</sup>。尿道カテーテルのバルーンが尿道内や骨盤内で拡張されていることがあるため<sup>5, 6)</sup>、留置後はバルーンが膀胱内に存在することを確認する必要がある。わずかでも抵抗がある場合は尿道カテーテル留置を断念して膀胱瘻を造設することが推奨される<sup>2, 7)</sup>。

循環動態が安定している患者に対しては、初期治療では膀胱瘻造設による尿のドレナージにとどめ、続発する尿道狭窄症に対して3～6ヵ月後に待機的治療（尿道形成術）を行うか、内視鏡や透視下で尿道カテーテルを留置する PR の選択がある<sup>8～11)</sup>。膀胱瘻造設を選択した場合、尿道に更なるダメージを与えるリスクはないものの、尿

道狭窄症の続発はほぼ不可避で、待機的治療までカテーテル留置を要する期間が長くなる（最低でも3～6ヵ月）ことが欠点である<sup>4, 12)</sup>。また、骨盤骨折に対する内固定具と膀胱瘻との干渉や感染源となる可能性が懸念される。実際は膀胱瘻が感染源となることは否定されているが<sup>13)</sup>、膀胱瘻を留置された患者では整形外科医は内固定を避ける傾向がある<sup>14)</sup>。このような欠点はあるが、エキスパートによる待機的治療の成績は極めて良好で<sup>15～17)</sup>、現時点では膀胱瘻造設が初期治療の第一選択である<sup>7)</sup>。

一方PRには開腹による方法（primary open realignment：POR）と内視鏡や透視を利用する方法（primary endoscopic realignment：PER）がある。外傷直後で骨盤内に血腫が貯留している状態でのPORは正常組織と損傷部位の見極めが難しく、術後の勃起障害や尿失禁の発症率が他の方法と比較して高いため<sup>18, 19)</sup>、膀胱頸部損傷や直腸損傷を合併していて開腹での即時修復が必要な症例以外は推奨されない。尿道カテーテル留置期間は文献によりさまざまである。完全断裂例は4～6週間<sup>20～23)</sup>、部分断裂例は2～3週間<sup>21, 23)</sup>留置し、その後尿道カテーテルの脇から造影剤を注入し、尿道外溢流がないことを確認してから抜去する。尿道外溢流がない症例でも損傷部位の上皮化は不十分であり、膀胱尿道鏡で上皮化を確認してから抜去することで狭窄を予防できる可能性がある<sup>24)</sup>。これまでPRを選択された例は膀胱瘻造設を選択された例に比べて尿道狭窄症の続発率が低いと報告されてきた<sup>4, 18, 25, 26)</sup>。Barrat<sup>27)</sup>やWarnerら<sup>26)</sup>のレビューでは、PER後の尿道狭窄症の続発率がそれぞれ62%、43.8%と報告されている。初期治療選択にかかわらず尿道狭窄症の続発を免れている可能性はあるが、40～50%程度の症例で狭窄の発症がPRにより予防されているかもしれない。一方、米国レベルI外傷センターから最近報告された成績ではPRで狭窄予防が可能であった症例はわずか9%に過ぎず、PRの狭窄予防効果が極めて限定的であることが示唆されている<sup>23)</sup>。小児例においてはPRを行った男児12例中2例が尿道狭窄症を続発せず、2例は尿道狭窄症を続発したものの4回以下の尿道拡張で治癒したとする報告がある<sup>28)</sup>。逆にPRによる狭窄予防効果に否定的な文献<sup>29, 30)</sup>もみられ、成人例と同様に結論は得られていない。PRを選択した場合、尿道狭窄症を続発しても尿道の連続性が回復しているため、その後の尿道形成術が容易になるという考えがある<sup>31)</sup>。一方で、尿道形成術による狭窄の治癒率はPR選択例と膀胱瘻造設例で差がなく<sup>16)</sup>、初期治療でPRを選択された患者は続発した尿道狭窄症に対し効果の低い内尿道切開術や尿道ブジーなどの経尿道的治療を繰り返される傾向があるため狭窄が複雑化するリスクや狭窄の治癒まで長期間を要するという指摘がある<sup>15, 17)</sup>。

初期治療におけるPRと膀胱瘻に関するデータの大部分が後方視的に得られたもので、selection biasや経過観察期間、サンプルサイズの観点から良質なデータに乏しいのが現状である<sup>32)</sup>。現在、AAST主導のもとで、PFUIの初期診療におけるPRと膀胱瘻造設の有効性に関するランダム化試験が進行中である<sup>33)</sup>。

## 2) 騎乗型外傷による尿道外傷

騎乗型外傷においても初期対応はPRか膀胱瘻造設の選択がある。PRと比較して尿道狭窄症の続発率や尿道形成術などの待機的治療を要する頻度が低いことから、膀胱瘻造設を推奨する報告がある<sup>34, 35)</sup>一方で、PRの優位性を示す報告もみられる<sup>36, 37)</sup>。騎乗型外傷に対する初期対応を比較したRCTやシステマティックレビューはなく、現時点では明確な結論は得られていない。PFUIにおいてはPRの狭窄予防効果を示唆する報告が多くみられたことは対照的に、騎乗型外傷においてはPRの意義に懐疑的な意見もある。骨盤のねじれにより尿道が剪断されるPFUIと異なり、騎乗型外傷では尿道海綿体の挫滅と虚血が起るため、PRを行うことでさらなる虚血や炎症を惹起する結果、狭窄がより複雑化するリスクがある<sup>35, 38)</sup>。

外傷後の即時再建手術による狭窄予防効果や膀胱瘻の留置期間短縮といった利点も報告されている<sup>37, 39)</sup>が、急性期は挫滅した組織と健常な組織の境界が不明瞭であり現時点では待機的治療に対する優位性は示されていない<sup>10, 11)</sup>。

## 2. 医原性外傷

尿道カテーテル留置やその他の泌尿器科的処置が原因で生じる医原性尿道外傷に対するエビデンスのある対応はない<sup>40)</sup>。損傷が軽度であれば泌尿器科医により尿道カテーテル挿入が可能であることも多い<sup>41)</sup>。困難なケースでは内視鏡観察下で膀胱までガイドワイヤーを誘導して尿道カテーテルを留置する選択もあるが<sup>42, 43)</sup>、出血により視野が確保できない場合は無理をせず膀胱瘻を造設する<sup>43)</sup>。Davisらは医原性尿道外傷37例のうち30例(81%)でClavien-Dindo分類Grade2以上の合併症を生じたと報告し、そのうち2例に敗血症性ショックなど重篤な合併症を認めたと報告している<sup>44)</sup>。尿道外傷後平均37カ月の経過観察期間で29例(78%)に尿道狭窄症を続発したというデータから<sup>43)</sup>、初期対応が終了した後も慎重な経過観察が望ましい。また、尿道カテーテル挿入困難により偶発的に既存の尿道狭窄症が発見されることがある<sup>42, 43)</sup>。その際には尿道拡張や内尿道切開術を行い尿道カテーテル留置するか、膀胱瘻を造設する<sup>45)</sup>。いずれを選択した場合も、改めて尿道狭窄症の適切な評価・治療を行う必要がある。

## 3. 穿通性外傷

穿通性外傷による尿道外傷に対して複数の治療法を比較した文献は乏しく、大部分が記述的研究やエキスパートオピニオンによるものである。鈍的外傷と異なり、即時の修復術が推奨される<sup>10, 11, 46)</sup>。

## 4. 女性の骨盤骨折に伴う尿道外傷

女性のPFUIの初期治療をまとめたシステマティックレビュー<sup>47)</sup>によると、開放手術による即時修復術、PR、待機的尿道形成術後の尿道狭窄症発症率はそれぞれ3%、60%、3%とPRで最も高く、尿失禁は9%、0%、31%と待機的尿道形成術施行例で

最も高かった。即時修復術は瘻孔形成や膣狭窄症の発症率も低く(それぞれ6%,0%), 男性のPFUIに対する初期対応と対照的に, 女性に対しては即時修復術が推奨される。

…参考文献…

- 1) Mundy AR, Andrich DE : Urethral trauma. Part I : introduction, history, anatomy, pathology, assessment and emergency management. *BJU Int* 108 : 310-327, 2011
- 2) Coccolini F, Moore EE, Kluger Y, et al : Kidney and uro-trauma : WSES-AAST guidelines. *World J Emerg Surg* 14 : 54, 2019
- 3) Shlamovitz GZ, McCullough L : Blind urethral catheterization in trauma patients suffering from lower urinary tract injuries. *J Trauma* 62 : 330-335 ; discussion 334-335, 2007
- 4) Hadjizacharia P, Inaba K, Teixeira PG, Kokorowski P, Demetriades D, Best C : Evaluation of immediate endoscopic realignment as a treatment modality for traumatic urethral injuries. *J Trauma* 64 : 1443-1449 ; discussion 1449-1450, 2008
- 5) Jeong SH, Park SJ, Kim YH : Efficacy of urethral catheterisation with a hydrophilic guide-wire in patients with urethral trauma for treating acute urinary bladder retention after failed attempt at blind catheterisation. *Eur Radiol* 22 : 758-764, 2012
- 6) Londergan TA, Gundersen LH, van Every MJ : Early fluoroscopic realignment for traumatic urethral injuries. *Urology* 49 : 101-103, 1997
- 7) Morey AF, Broghammer JA, Hollowell CMP, McKibben MJ, Souter L : Urotrauma Guideline 2020 : AUA Guideline. *J Urol* 205 : 30-35, 2021
- 8) Andrich DE, Greenwell TJ, Mundy AR : Treatment of pelvic fracture-related urethral trauma : a survey of current practice in the UK. *BJU Int* 96 : 127-130, 2005
- 9) Wong NC, Allard CB, Dason S, Farrugia P, Bhandari M, Davies TO : Management of pelvic fracture-associated urethral injuries : A survey of Canadian urologists. *Can Urol Assoc J* 11 : E74-E78, 2017
- 10) Lumen N, Kuehhas FE, Djakovic N, et al : Review of the current management of lower urinary tract injuries by the EAU Trauma Guidelines Panel. *Eur Urol* 67 : 925-929, 2015
- 11) Morey AF, Brandes S, Dugi DD 3rd, et al : Urotrauma : AUA guideline. *J Urol* 192 : 327-335, 2014
- 12) Follis HW, Koch MO, McDougal WS : Immediate management of prostatomembranous urethral disruptions. *J Urol* 147 : 1259-1262, 1992
- 13) Johnsen NV, Vanni AJ, Voelzke BB : Risk of infectious complications in pelvic fracture urethral injury patients managed with internal fixation and suprapubic catheter placement. *J Trauma Acute Care Surg* 85 : 536-540, 2018
- 14) Johnsen NV, Firoozabadi R, Voelzke BB : Treatment Discrepancy for Pelvic Fracture Patients With Urethral Injuries : A Survey of Orthopaedic and Urologic Surgeons. *J Orthop Trauma* 33 : e280-e284, 2019
- 15) Horiguchi A, Shinchi M, Masunaga A, et al : Primary Realignment for Pelvic Fracture Urethral Injury Is Associated With Prolonged Time to Urethroplasty and Increased Stenosis Complexity. *Urology* 108 : 184-189, 2017
- 16) Johnsen NV, Moses RA, Elliott SP, et al : Multicenter analysis of posterior urethroplasty complexity and outcomes following pelvic fracture urethral injury. *World J Urol* 38 : 1073-1079, 2020
- 17) Tausch TJ, Morey AF : The case against primary endoscopic realignment of pelvic fracture urethral injuries. *Arab J Urol* 13 : 13-16, 2015
- 18) Koraitim MM : Pelvic fracture urethral injuries : evaluation of various methods of management. *J Urol* 156 : 1288-1291, 1996
- 19) 牧角和彦, 高橋剛, 高橋浩, 井上武夫 : 小児尿道外傷の治療成績. *泌外* 11 : 127-129, 1998
- 20) Zou Q, Zhou S, Zhang K, Yang R, Fu Q : The Immediate Management of Pelvic Fracture

- Urethral Injury-Endoscopic Realignment or Cystostomy? J Urol 198 : 869-874, 2017
- 21) Leddy LS, Vanni AJ, Wessells H, Voelzke BB : Outcomes of endoscopic realignment of pelvic fracture associated urethral injuries at a level I trauma center. J Urol 188 : 174-178, 2012
  - 22) Kim FJ, Pompeo A, Sehrt D, et al : Early effectiveness of endoscopic posterior urethra primary alignment. J Trauma Acute Care Surg 75 : 189-194, 2013
  - 23) Chung PH, Wessells H, Voelzke BB : Updated Outcomes of Early Endoscopic Realignment for Pelvic Fracture Urethral Injuries at a Level I Trauma Center. Urology 112 : 191-197, 2018
  - 24) El Darawany HM : When to remove the urethral catheter after endoscopic realignment of traumatic disruption of the posterior urethra? Prog Urol 27 : 594-599, 2017
  - 25) Barrett K, Braga LH, Farrokhyar F, Davies TO : Primary realignment vs suprapubic cystostomy for the management of pelvic fracture-associated urethral injuries : a systematic review and meta-analysis. Urology 83 : 924-929, 2014
  - 26) Warner JN, Santucci RA : The management of the acute setting of pelvic fracture urethral injury (realignment vs. suprapubic cystostomy alone). Arab J Urol 13 : 7-12, 2015
  - 27) Barratt RC, Bernard J, Mundy AR, Greenwell TJ : Pelvic fracture urethral injury in males-mechanisms of injury, management options and outcomes. Transl Androl Urol 7 : S29-S62, 2018
  - 28) Gündoğdu H, Tanyel FC, Büyükpamukçu N, Hiçsönmez A : Primary realignment of posterior urethral ruptures in children. Br J Urol 65 : 650-652, 1990
  - 29) Onen A, Oztürk H, Kaya M, Otçu S : Long-term outcome of posterior urethral rupture in boys : a comparison of different surgical modalities. Urology 65 : 1202-1207, 2005
  - 30) Podestá ML, Medel R, Castera R, Ruarte A : Immediate management of posterior urethral disruptions due to pelvic fracture : therapeutic alternatives. J Urol 157 : 1444-1448, 1997
  - 31) Koraitim MM : Effect of early realignment on length and delayed repair of postpelvic fracture urethral injury. Urology 79 : 912-915, 2012
  - 32) Elshout PJ, Veskimäe E, MacLennan S, et al : Outcomes of Early Endoscopic Realignment Versus Suprapubic Cystostomy and Delayed Urethroplasty for Pelvic Fracture-related Posterior Urethral Injuries : A Systematic Review. Eur Urol Focus 3 : 545-553, 2017
  - 33) Moses RA, Selph JP, Voelzke BB, et al : An American Association for the Surgery of Trauma (AAST) prospective multi-center research protocol : outcomes of urethral realignment versus suprapubic cystostomy after pelvic fracture urethral injury. Transl Androl Urol 7 : 512-520, 2018
  - 34) Elgammal MA : Straddle injuries to the bulbar urethra : management and outcome in 53 patients. Int Braz J Urol 35 : 450-458, 2009
  - 35) Park S, McAninch JW : Straddle injuries to the bulbar urethra : management and outcomes in 78 patients. J Urol 171 : 722-725, 2004
  - 36) Ku J, Kim ME, Jeon YS, Lee NK, Park YH : Management of bulbous urethral disruption by blunt external trauma : the sooner, the better? Urology 60 : 579-583, 2002
  - 37) Peng X, Guo H, Zhang X, Wang J : Straddle injuries to the bulbar urethra : What is the best choice for immediate management? J Trauma Acute Care Surg 87 : 892-897, 2019
  - 38) Ojima K, Horiguchi A, Shinchi M, et al : Is Primary Realignment Appropriate for the Initial Management of Straddle Injuries to the Bulbar Urethra? Urology 136 : 251-256, 2020
  - 39) Gong IH, Oh JJ, Choi DK, Hwang J, Kang MH, Lee YT : Comparison of immediate primary repair and delayed urethroplasty in men with bulbous urethral disruption after blunt straddle injury. Korean J Urol 53 : 569-572, 2012
  - 40) Summerton DJ, Kitrey ND, Lumen N, Serafetinidis E, Djakovic N, European Association of Urology : EAU guidelines on iatrogenic trauma. Eur Urol 62 : 628-639, 2012
  - 41) Kashefi C, Messer K, Barden R, Sexton C, Parsons JK : Incidence and prevention of iatrogenic urethral injuries. J Urol 179 : 2254-2257 : discussion 2257-2258, 2008
  - 42) Maheshwari PN, Shah HN : Immediate endoscopic management of complete iatrogenic anterior urethral injuries : a case series with long-term results. BMC Urol 5 : 13, 2005



- 43) Davis NF, Bhatt NR, MacCraith E, et al : Long-term outcomes of urethral catheterisation injuries : a prospective multi-institutional study. *World J Urol* 38 : 473-480, 2020
- 44) Davis NF, Quinlan MR, Bhatt NR, et al : Incidence, cost, complications and clinical outcomes of iatrogenic urethral catheterization injuries : A prospective multi-institutional study. *J Urol* 196 : 1473-1477, 2016
- 45) Wessells H, Angermeier KW, Elliott S, et al : Male Urethral Stricture : American Urological Association Guideline. *J Urol* 197 : 182-190, 2017
- 46) Mundy AR, Andrich DE : Urethral trauma. Part II : Types of injury and their management. *BJU Int* 108 : 630-650, 2011
- 47) Patel DN, Fok CS, Webster GD, Anger JT : Female urethral injuries associated with pelvic fracture : a systematic review of the literature. *BJU Int* 120 : 766-773, 2017

## CQ24 尿道外傷の合併症にはどのようなものがあるか？

尿道狭窄症は尿道外傷の代表的な合併症であり、医原性外傷と外的外傷（主に騎乗型外傷や骨盤骨折などの鈍的外傷）のいずれにも続発する。さらに、PFUIでは尿失禁と勃起障害が重要である。女性の尿道外傷の頻度は低いと男性とは異なる合併症がある。小児症例では精神的問題と性機能障害に長期的に配慮すべきである。

### 解説

#### 1. 尿道狭窄症

尿道狭窄症は尿道外傷の代表的な合併症であり、医原性外傷と外的外傷（騎乗型外傷や骨盤骨折）のいずれにも続発する。

医原性外傷の頻度に関する報告は少ないが、多施設の前向き検討では尿道カテーテル関連の尿道損傷後の尿道狭窄症続発率は78%（37例中29例）と報告されている<sup>1)</sup>。

経尿道的手術後の尿道狭窄症続発率は手術方法と報告により差があるが、モノポーラーTURPで1.7～11.7%、ホルミニウムレーザー前立腺核出術（Holmium laser enucleation of prostate:HoLEP）で1.4～4.4%、光選択的前立腺蒸散術（photoselective vaporization of the prostate:PVP）で0～4.4%と報告されている<sup>2, 3)</sup>。狭窄部位は球部膜様部が最多で、亀頭部、陰茎部（陰茎部と球部尿道の移行部）が続く<sup>2)</sup>。

鈍的外的外傷では騎乗型外傷、PFUIいずれにおいても、いかなる初期治療を選択した場合も高率に尿道狭窄症を続発する。注意すべき点として受傷後一定期間おいてから狭窄が現れる例があり、米国の単一施設では騎乗型外傷例の60%は受傷後6ヵ月～10年経過してから排尿障害が出現し、尿道狭窄症と診断されている<sup>4)</sup>。

#### 2. 尿失禁

PFUI後は尿失禁が発生しうる。男性では骨盤骨折により外括約筋機構の損傷を受けることで尿禁制の悪化が危惧されるが、実際の尿失禁発生率はPR施行例で12%、尿道形成施行例で16.6%と報告され、初期治療方法による差はない<sup>5)</sup>。多くの症例で尿禁制が保たれるのは、膀胱頸部の内括約筋機構が寄与しているためであり、それは尿道内圧検査でも支持されている<sup>6, 7)</sup>。このため、膀胱頸部機能が障害されている場合には尿道形成術後に尿失禁が発生するリスクが高い。術前に内視鏡や膀胱尿道造影で膀胱頸部の状態を評価して患者に説明しておくべきである<sup>8)</sup>。さらに最近の見解ではPFUIの多くは膜様部と球部の境界で損傷しており、膀胱頸部のみならず外括約筋構造の残存も術後尿禁制に寄与していると指摘されている<sup>9, 10)</sup>。

より稀な重症例として、成人では前立腺を含む膀胱頸部から尿道の縦方向の裂傷や膀胱頸部での離断を認めることがある。専門施設での少数例のシリーズによれば、このような症例に対する尿道形成術後の尿禁制は成人・小児ともに不良である<sup>11, 12)</sup>。

TURP など経尿道的前立腺肥大症治療の術後は膀胱頸部の内括約筋機構が失われているため、続発した球部膜様部狭窄に対する治療後の尿失禁の可能性について説明しておく必要がある<sup>13, 14)</sup>。

### 3. 男性機能障害, 特に勃起障害 (erectile dysfunction : ED)

尿道形成術後にみられる勃起障害は手術部位と方法により異なる。PFUI では外傷そのものによる血管性および神経性勃起障害が尿道狭窄症の治療前から存在することが多い。

単一施設の報告では尿道形成術後の勃起障害は医原性外傷ではほとんどなく騎乗型外傷, PFUI の順に高くそれぞれ 0%, 35.3%, 72.3% と報告され, 手術よりも外傷によるダメージの大きさを反映すると考えられる<sup>15)</sup>。

騎乗型外傷による勃起障害の発生率は不明であるが, 続発した尿道狭窄症に対する尿道形成術前後での勃起能の差はほとんどない。本邦からのシリーズでは尿道形成術前から SHIM スコアは低値を示しており, 外傷による陰茎海綿体へのダメージが示唆されている一方, 術後に自排尿可能となってから性行為を再開したことで SHIM スコアの改善がみられている<sup>16)</sup>。一方, 球部狭窄に対する狭窄部切除・尿道端々吻合術は口腔粘膜を利用した尿道形成術と比較して勃起能を悪化させるという報告もあり (OR=0.32)<sup>17)</sup>, 外傷による影響だけでなく手術時の離断による血流障害や手術操作による神経障害の影響も否定できない<sup>18)</sup>。尿道海綿体の血流温存を企図した尿道形成術 (non-transecting urethroplasty) は, 尿道海綿体の癒痕が軽度で短い球部狭窄を対象とする術式であるが, 尿道を離断する狭窄部切除・尿道端々吻合術より勃起障害が少ない<sup>19)</sup>。

あるメタアナリシスによると PFUI 例の勃起障害合併率は 34%, 尿道形成後にも勃起障害が残存する率は 37% であった<sup>20)</sup>。古くから骨盤骨折の重症度と勃起障害の関連が指摘されており<sup>21)</sup> 単一施設からの報告では恥骨結合の離開, 前立腺の側方偏位, 長い断裂が勃起障害の危険因子とされている<sup>22)</sup>。PFUI に関連する勃起障害の原因には血管性と神経性の両方がある<sup>23, 24)</sup>。治療は PDE5 阻害薬が第一選択で, 無効例に対しては陰茎海綿体注射が選択される。動脈性勃起障害に対しては血行再建術が有効である<sup>25)</sup>。

射精機能は前部尿道形成前後で改善する例と悪化する例があるが全体的には術前後で有意差はなく, 精液所見の悪化もない<sup>26, 27)</sup>。骨盤骨折後の射精機能障害の頻度はトルコからの報告では 17.3% (52 例中 9 例) とされている<sup>28)</sup>。

### 4. 女性症例

女性の鈍的尿道外傷の頻度は低いが, 解剖学的に男性とは異なる側面がある。

女性ではPFUIの発生率は男性に比べて極めて低い<sup>29)</sup>、重症例では膀胱頸部の断裂や膀胱から尿道に連続した縦方向の裂傷を伴うことがある。膣などとの瘻孔発生はPRを選択した例の方が即時修復した例よりも多い<sup>30)</sup>。膀胱瘻造設後の待機的手術は英国の専門施設のシリーズで尿禁制予後は不良とされているが、最近の中国からの報告では経恥骨アプローチによりある程度の禁制が得られるとしている<sup>31)</sup>。症例数の少ないこととあいまって結論の出ていないテーマである。

その他の骨盤骨折後の女性特有の合併症として、尿道陰瘻が16% (25例中4例)、性機能障害が62% (13例中8例)<sup>32)</sup>、性交痛が53.4% (43例中23例)に報告されている<sup>33)</sup>。

## 5. 小児症例の問題

小児症例では精神的問題と長期的性機能障害に配慮すべきである。

骨盤骨折全体で55.4% (55例中31例)で精神的問題を合併しており、長期入院と泌尿器科合併症が悪影響を及ぼすとされている<sup>34)</sup>。また長期調査で成人後に勃起障害を訴える症例が成人同様の比率で発生する<sup>35, 36)</sup>。Koraitimらの単一施設報告では小児期の外傷例で成人後に勃起障害を47% (60例中28例)に認め、多変量解析で2.5cm以上の尿道断裂長と前立腺の側方偏位が勃起障害の予測因子であったとしている<sup>37)</sup>。

## 6. その他

骨盤骨折は多臓器損傷を伴うことが少なくないが、晩期の後遺症として尿道直腸瘻(recto-urethral fistula)が発生することがあり、腹会陰式手術や大網の間置など修復手術を複雑化する要因になる<sup>38, 39)</sup>。

### …参考文献…

- 1) Davis NF, Bhatt NR, MacCraith E, et al : Long-term outcomes of urethral catheterisation injuries : a prospective multi-institutional study. *World J Urol* 38 : 473-480, 2020
- 2) Chen ML, Correa AF, Santucci RA : Urethral Strictures and Stenoses Caused by Prostate Therapy. *Rev Urol* 18 : 90-102, 2016
- 3) Ahyai SA, Gillig P, Kaplan SA, et al : Meta-analysis of functional outcomes and complications following transurethral procedures for lower urinary tract symptoms resulting from benign prostatic enlargement. *Eur Urol* 58 : 384-397, 2010
- 4) Park S, McAninch JW : Straddle injuries to the bulbar urethra : management and outcomes in 78 patients. *J Urol* 171 : 722-725, 2004
- 5) Firmanto R, Irdam GA, Wahyudi I : Early Realignment Versus Delayed Urethroplasty in Management of Pelvic Fracture Urethral Injury : A Meta-analysis. *Acta Med Indones* 48 : 99-105, 2016
- 6) Whitson JM, McAninch JW, Tanagho EA, Metro MJ, Rahman NU : Mechanism of Continence After Repair of Posterior Urethral Disruption : Evidence of Rhabdosphincter Activity. *J Urol* 179 : 1035-1039, 2008
- 7) 井上武夫, 長田尚夫, 平野昭彦, 他 : 尿道狭窄の手術療法 (5報) 骨盤骨折による後部尿道狭窄の形成術後の尿失禁について. *日泌会誌* 77 : 415-420, 1986

- 8) Gómez RG, Mundy T, Dubey D, et al : SIU/ICUD Consultation on Urethral Strictures : Pelvic fracture urethral injuries. *Urology* 83 : S48-S58, 2014
- 9) Andrich DE, Mundy AR : The nature of urethral injury in cases of pelvic fracture urethral trauma. *J Urol* 165 : 1492-1495, 2001
- 10) 堀口明男, 東隆一, 辻田裕二郎, 他:後部尿道外傷に対する尿道形成術後の尿禁制に関する検討. *日排尿機能会誌* 25 : 304-308, 2014
- 11) Routh JC, Husmann DA : Long-term continence outcomes after immediate repair of pediatric bladder neck lacerations extending into the urethra. *J Urol* 178 : 1816-1818 ; discussion 1818, 2007
- 12) Mundy AR, Andrich DE : Pelvic fracture-related injuries of the bladder neck and prostate : their nature, cause and management. *BJU Int* 105 : 1302-1308, 2010
- 13) Kulkarni SB, Joglekar O, Alkandari M, Joshi PM : Management of post TURP strictures. *World J Urol* 37 : 589-594, 2019
- 14) Gómez RG, Velarde LG, Campos RA, et al : Intrasphincteric anastomotic urethroplasty allows preservation of continence in men with bulbomembranous urethral strictures following benign prostatic hyperplasia surgery. *World J Urol* 39 : 2099-2106, 2021
- 15) El-Assmy A, Harraz AM, Benhassan M, et al : Erectile dysfunction post-perineal anastomotic urethroplasty for traumatic urethral injuries : analysis of incidence and possibility of recovery. *Int Urol Nephrol* 47 : 797-802, 2015
- 16) Horiguchi A, Shinchi M, Ojima K, et al : Surgical and patient-reported outcomes of urethroplasty for bulbar stricture due to a straddle injury. *World J Urol* 38 : 1805-1811, 2020
- 17) Feng C, Xu YM, Barbagli G, et al : The relationship between erectile dysfunction and open urethroplasty : a systematic review and meta-analysis. *J Sex Med* 10 : 2060-2068, 2013
- 18) Erickson BA, Granieri MA, Meeks JJ, Cashy JP, Gonzalez CM : Prospective analysis of erectile dysfunction after anterior urethroplasty : incidence and recovery of function. *J Urol* 183 : 657-661, 2010
- 19) Chapman DW, Cotter K, Johnsen NV, et al : Nontransecting Techniques Reduce Sexual Dysfunction after Anastomotic Bulbar Urethroplasty : Results of a Multi-Institutional Comparative Analysis. *J Urol* 201 : 364-370, 2019
- 20) Blaschko SD, Sanford MT, Schlomer BJ, et al : The incidence of erectile dysfunction after pelvic fracture urethral injury : A systematic review and meta-analysis. *Arab J Urol* 13 : 68-74, 2015
- 21) 堀晃, 永田凱彦, 島袋国定, 他:骨盤骨折とインポテンツ 多変量解析法による分析. *救急医* 15 : 351-354, 1991
- 22) Koraitim MM : Predictors of erectile dysfunction post pelvic fracture urethral injuries : a multivariate analysis. *Urology* 81 : 1081-1085, 2013
- 23) Feng C, Xu YM, Yu JJ, Fei XF, Chen L : Risk factors for erectile dysfunction in patients with urethral strictures secondary to blunt trauma. *J Sex Med* 5 : 2656-2661, 2008
- 24) Shenfeld OZ, Kiselgorf D, Gofrit ON, et al : The incidence and causes of erectile dysfunction after pelvic fractures associated with posterior urethral disruption. *J Urol* 169 : 2173-2176, 2003
- 25) Zuckerman JM, McCammon KA, Tisdale BE, et al : Outcome of penile revascularization for arteriogenic erectile dysfunction after pelvic fracture urethral injuries. *Urology* 80 : 1369-1373, 2012
- 26) Erickson BA, Granieri MA, Meeks JJ, McVary KT, Gonzalez CM : Prospective analysis of ejaculatory function after anterior urethral reconstruction. *J Urol* 184 : 238-242, 2010
- 27) 岩本晃明, 矢島通孝, 山越昌成, 黒子幸一, 井上武夫, 長田尚夫:骨盤骨折に伴う後部尿道外傷性狭窄の形成術後の妊孕能について. *日泌会誌* 83 : 505-511, 1992
- 28) Aşci R, Sarıkaya S, Büyükalpelli R, Saylık A, Yılmaz AF, Yıldız S : Voiding and sexual dysfunctions after pelvic fracture urethral injuries treated with either initial cystostomy and delayed urethroplasty or immediate primary urethral realignment. *Scand J Urol Nephrol* 33 :

228-233, 1999

- 29) Carter CT, Schafer N : Incidence of urethral disruption in females with traumatic pelvic fractures. *Am J Emerg Med* 11 : 218-220, 1993
- 30) Patel DN, Fok CS, Webster GD, Anger JT : Female urethral injuries associated with pelvic fracture : a systematic review of the literature. *BJU Int* 120 : 766-773, 2017
- 31) Lv R, Jin C, Shu H, Wang L, Sa Y : Bladder neck reconstruction in girls' pelvic fracture bladder neck avulsion and urethral rupture. *BMC Urol* 20 : 179, 2020
- 32) Black PC, Miller EA, Porter JR, Wessells H : Urethral and bladder neck injury associated with pelvic fracture in 25 female patients. *J Urol* 175 : 2140-2144 : discussion 2144, 2006
- 33) Duramaz A, Ilter MH, Yildiz S, Edipoğlu E, Ipek C, Bilgili MG : The relationship between injury mechanism and sexual dysfunction in surgically treated pelvic fractures. *Eur J Trauma Emerg Surg* 46 : 807-816, 2020
- 34) Subasi M, Arslan H, Necmioglu S, Onen A, Ozen S, Kaya M : Long-term outcomes of conservatively treated paediatric pelvic fractures. *Injury* 35 : 771-781, 2004
- 35) Waterloos M, Verla W, Spinoit AF, et al : Urethroplasty for urethral injuries and trauma-related strictures in children and adolescents : a single-institution experience. *J Pediatr Urol* 15 : 176.e1-176.e7, 2019
- 36) Onen A, Oztürk H, Kaya M, Otçu S : Long-term outcome of posterior urethral rupture in boys : a comparison of different surgical modalities. *Urology* 65 : 1202-1207, 2005
- 37) Koraitim MM : Predicting risk of erectile dysfunction after pelvic fracture urethral injury in children. *J Urol* 192 : 519-523, 2014
- 38) Hemal AK, Sharma SK, Goswami AK : Urethrorectal fistulas complicated by posterior urethral stricture : an appraisal of management by transpubic approach. *Urol Int* 46 : 329-333, 1991
- 39) Koraitim MM : Complex pelvic fracture urethral distraction defects revisited. *Scand J Urol* 48 : 84-89, 2014

## CQ25 続発する尿道狭窄症に対する適切な治療は何か？

- ・経尿道的治療後の再狭窄率は高い。経尿道的治療の選択が許容されるのは非外的外傷性で前治療歴のない短い単発の球部狭窄のみである（推奨グレード B）。
- ・再狭窄予防を目的とした標準治療はない。尿道形成術を適応できない、もしくは尿道形成術を希望しない患者に対しては、定期的自己拡張は再狭窄予防に有効である（推奨グレード B）。
- ・尿道形成術を適応できる患者に対して尿道ステントを使用してはならない（推奨グレード C2）。
- ・狭窄部切除・尿道端々吻合（excision and primary anastomosis：EPA）は外的外傷後の球部膜様部狭窄に対する標準治療である（推奨グレード B）。
- ・骨盤骨折後は尿道形成術前に動脈血流の評価が必要である（推奨グレード C1）。
- ・尿道海綿体の癒痕が薄い球部狭窄では、尿道海綿体の血流を温存した尿道形成術も考慮する（推奨グレード B）。
- ・代用組織利用尿道形成術は陰茎部から球部移行部までの狭窄と、長い球部狭窄が適応となる（推奨グレード C1）。
- ・代用組織利用尿道形成術では口腔粘膜グラフトが代用組織の第一選択である（推奨グレード C1）。
- ・尿道形成術を計画する際には受傷時期や経尿道的操作の休止期間を含んで手術時期を決定する（推奨グレード C1）。
- ・経尿道的前立腺手術に続発した球部膜様部狭窄に対して尿道形成術を行う場合には、事前に失禁のリスクを説明しておく（推奨グレード C1）。

### 解説

#### 1. 尿道狭窄症の治療適応

外的損傷に続発する球部から膜様部狭窄の多くは、癒痕の厚い狭窄であり経尿道的治療ではなく尿道形成術の適応である。医原性外傷は尿道の全部位に狭窄を続発するが、狭窄部位と狭窄の性状により治療法が異なる。

尿道狭窄の治療目的は尿閉であればそれを解除することであり、排尿可能である場合は症状、合併症、先行治療、狭窄による生活への影響から治療の適応を判断する<sup>1)</sup>。自覚的な尿勢低下は尿道内腔が10Fr以下にならないと認識されないため<sup>2)</sup>、膀胱尿道鏡検査時に偶発的に発見される尿道狭窄は必ずしも治療適応ではない<sup>3)</sup>。

## 2. 経尿道的治療

### 1) 経尿道的治療の方法と再狭窄予防について

尿道拡張(urethral dilation, 尿道ブジーやバルン拡張を含む)と内尿道切開(internal urethrotomy)は手技が容易で低侵襲なために、一般泌尿器科で広く行われている。尿道拡張と内尿道切開の比較試験では狭窄の治癒率には差がなく、いずれの方法でも12ヵ月後の再狭窄率は狭窄長2cm未満で約40%、2~4cmで約50%、4cm以上で約80%とされ、いずれの方法も根治性に乏しい<sup>4)</sup>。内尿道切開の治癒率が実際にはさらに悪く(9%程度)、3回目以降は治癒する例がないとする報告もある<sup>5)</sup>。高圧バルン拡張やアンブラッツダイレーター(国内で市販されていないS字型のもの)が内尿道切開より有効であったとする報告もあるが<sup>6, 7)</sup>、ランダム化されていない研究であり、広く推奨されてはいない。

RCTではステロイド、マイトマイシンCやヒアルロン酸などの薬剤注入による再狭窄予防効果が報告されているが<sup>8, 9, 10)</sup>、いずれも追跡期間が短く標準治療とはなっていない。内尿道切開後に定期的な外来での尿道ブジーや自己拡張を行うことで再狭窄を防ぎうることをメタアナリシスで示されている<sup>11, 12)</sup>。しかし、これらの治療は中断すると再狭窄するため根本的な解決ではなく、生活の質を落とす<sup>13)</sup>ので、尿道形成術を希望しないか、併存疾患などの身体的理由により施行できないケースに適應を限定するべきである。尿道形成術を施行できない施設では施行可能な施設へのコンサルトを患者に提案すべきである<sup>14)</sup>。

### 2) 経尿道的治療の適應

再狭窄のリスク因子として諸家の意見が一致しているのは経尿道的治療後の再狭窄例と外的外傷例であり<sup>15)</sup>、このような例に対してはできるだけ尿道形成術を考慮すべきである。さらに、多発狭窄例は単発狭窄例よりも、2cm以上の狭窄は2cm未満の狭窄よりも、陰茎部狭窄は球部狭窄よりも再狭窄しやすいとされている<sup>15)</sup>。以上より、尿道外傷後の尿道狭窄で経尿道的治療の選択が許容されるのは前治療歴のない非外的外傷性で短い単発の球部狭窄のみである<sup>16)</sup>。

近年欧州において、多施設RCTが行われ(OPEN Trial)、球部狭窄に対する内尿道切開後の再狭窄率(90例中29例再狭窄, 32.3%)は尿道形成術後の再狭窄率(69例中15例の再狭窄, 21.7%)と差がないことが報告された<sup>17)</sup>。しかし、この研究の解釈には2つの点で注意が必要である。内尿道切開と尿道形成術の成績が同等なのは治療24ヶ月後までで、以降の長期成績は尿道形成術の方が再狭窄率が低い点、そして、治療を行った医師が尿道狭窄症の専門家だけでないため尿道形成術の成績が低くなっている点である。

さらに、欧米では経尿道的治療は合併症が少なくコストが低く、尿道形成はコストが高いが治癒率が高いことを前提として費用対効果を考えると、尿道形成術は経尿道的治療を反復するよりも費用対効果が高く、1回の内尿道切開後再発で尿道形成術を選択するのが経済的であると結論されている<sup>18)</sup>。ただし、本邦では尿道形成術の保険点数が内尿道切開術とほぼ同じなので尿道形成術の費用対効果はさらに高い可能性



がある<sup>18, 19, 20)</sup>。

### 3) 尿道ステント

現在国内で使用可能な尿道ステントは温度応答性金属製ステント（メモカス<sup>TM</sup>）のみである。SIUのガイドラインでは短い球部狭窄で尿道形成や自己拡張に耐えない例に考慮してもよいとしている<sup>15)</sup>。尿道形成術前に尿道ステントが留置されていた場合、単回の使用でも狭窄を複雑化させるという報告もあり<sup>21)</sup>、尿道形成術が可能な患者には尿道ステントを使用してはならない。

## 3. 尿道形成術 (urethroplasty)

### 1) 一般原則

医療が整備されると経尿道的治療より治療率の高い尿道形成術の比率が上昇する傾向がある。諸外国では近年開放手術による尿道形成術の件数が増加傾向にある<sup>14, 22)</sup>。オーストラリアでは1994年から2016年の間に経尿道的治療と尿道形成術の件数比率は58.9から16.8まで減少している<sup>23)</sup>。2004～2009年の全米での比率は約17であるが、州ごとに大きな差がみられ、尿道形成術についての教育システムが確立した医療先進州では尿道形成術が多い傾向にある<sup>24)</sup>。一方、本邦ではこれまで尿道形成が広く行われてきたとは言い難く、日本泌尿器科学会員を対象とした2008年の全国調査ではPFUIのように尿道形成術を第一適応とすべき病態でも5年間に内視鏡的治療が361例（61%）と多数例に行われている一方、尿道形成術は108例（18%）にとどまっていた<sup>25)</sup>。

尿道形成術の時期は外的外傷であれば受傷後3ヵ月間の待機期間をおき受傷部の炎症の鎮静を待つが、PFUIでは骨折の修復など他の問題が解決した後になる<sup>26)</sup>。いずれの尿道外傷例も、尿道カテーテルが留置されている場合にはこれを抜去し、3ヵ月間ほど自己拡張を含むすべての経尿道的処置を止める「尿道休息期間 (urethral rest)」を置き、休止期間中に排尿ができなくなった場合には膀胱瘻を留置する<sup>27)</sup>。

### 2) 尿道吻合術 (anastomotic urethroplasty)

球部狭窄に対するEPAはメタアナリシスによると93.8%の治療率である<sup>28)</sup>。球部狭窄では狭窄部切除後に緊張なく吻合可能な狭窄長の目安は2cmまでとされているが、球部近位狭窄はそれ以上長くても吻合可能なことが多いのに対して、遠位になるほど吻合可能な狭窄長は短くなる<sup>29)</sup>。陰茎部尿道から球部尿道との移行部まではさらに伸展性が悪く、EPAは陰茎屈曲を引き起こすために適応外とされるが、近年になり1cm程度の短い外傷性の狭窄であればEPAで対処するという報告もある<sup>30)</sup>。

PFUIにおけるEPAの治療率はメタアナリシスでは85.7%であり、球部狭窄よりも低い<sup>31)</sup>。その理由としては緊張なく尿道を吻合するために、陰茎海綿体脚の分離、恥骨切除や腹会陰式手術などさまざまな補助手技が必要なことがあげられる<sup>32)</sup>。さらに骨盤骨折では外傷そのものや止血目的の動脈塞栓術のために陰茎から尿道への逆行性血流が減弱している場合があり、動脈性勃起障害（CQ24参照）だけでなく尿道形成術後再狭窄の原因となりうる<sup>32～34)</sup>。PFUIの治療はこれらへの対処がすべて可

能な施設で行われるべきである<sup>14)</sup>。

また、外的外傷によるものでない尿道海綿体の癒痕が軽度で短い球部狭窄を対象として尿道海綿体の血流温存を企図した術式 (non-transecting urethroplasty) が専門施設では近年広まっており、EPA と同等の成績で勃起障害が少ないことが期待される<sup>35~37)</sup>。

### 3) 代用組織利用手術

前部尿道狭窄全体が代用組織利用手術の対象となりうるが、陰茎部から球部移行部までの狭窄や長い球部狭窄では第一選択である<sup>2)</sup>。

過去には陰茎包皮 (グラフトもしくはフラップ) が主要な代用組織であったが、現在は頬粘膜を中心とした口腔粘膜グラフトを第一選択とする趨勢にある<sup>2)</sup>。代用組織の優劣に関しては陰茎包皮フラップや舌粘膜グラフトに対する頬粘膜グラフトの優位性を検討した RCT がある<sup>38, 39)</sup>。尿道形成術の成績に差はみられないものの、頬粘膜グラフトを利用した尿道形成術の方が陰茎包皮フラップを利用した尿道形成術よりも手術時間が短く手技的に容易で、合併症が少ないと報告された<sup>38)</sup>。舌粘膜は頬粘膜に比べて短期的な採取部位の合併症発生率は高かったが、長期的な差はみられなかった<sup>39)</sup>。組織再生工学的手法を用いた修復材料は研究段階にあり、一般臨床では推奨されない<sup>2)</sup>。

代用組織の使用法としては狭窄部を切開してパッチ修復するオンレイ (onlay) 法・インレイ (inlay) 法と、代用組織の縫着と管腔形成を段階的に行う二期的手術がある。一期的な管腔形成 (チューブグラフト法) は成功率が低く、成人に対しては施行してはならない<sup>2)</sup>。

EPA と代用組織手術の比較についてはメタアナリシスがあり、尿道内腔の開存率においては EPA が、性機能への影響においては代用組織手術が優れている<sup>40)</sup>。

### 4) その他

経尿道的手術後の尿道狭窄は医療先進国に多い。TURP や HoLEP など経尿道的前立腺肥大症手術後は膀胱頸部の内尿道括約筋機構が失われており、外尿道括約筋に障害を加えると尿失禁が発生または悪化する可能性がある。したがって、球部膜様部狭窄例に対する尿道形成術の前には尿失禁のリスクを説明しておくべきである。失禁のリスクを軽減させるために狭窄部の腹側を縦切開してグラフトを縫着する ventral onlay 法<sup>41)</sup>、外尿道括約筋を温存した EPA などの術式が提唱されているが<sup>42)</sup>、通常の EPA との優劣は不明である。

亀頭部尿道狭窄では、亀頭部尿道切開や包皮フラップによる形成が行われていたが、最近になり口腔粘膜を経尿道的に縫着する術式も行われている<sup>43)</sup>。

小児の外傷性狭窄においても成人同様に内尿道切開よりも尿道形成術がすすめられ、長期成績を考えると代用組織を利用した尿道形成術よりも EPA が望ましい<sup>44)</sup>。

女性の尿道狭窄は稀で、明確な定義や診断方法がない。拡張が2回不成功に終わるのであれば、希望する患者に尿道形成を考慮するべきである。口腔粘膜グラフトや陰嚢粘膜フラップが報告されているが、どの手術方法がすぐれているかを判断するエビデ

ンスはない<sup>45)</sup>。PFUIを除けば、尿道形成術による腹圧性尿失禁のリスクは低い<sup>45)</sup>。

#### 4. その他の治療

尿道形成術以外の選択として尿道会陰瘻、禁制導尿路作成などの尿路変向、カテーテル長期留置がある。

##### 1) 尿道会陰瘻

前部尿道狭窄を有する患者で複雑な再建が不適または希望のない場合、座位での自排尿を可能とする方法として球部尿道近位を会陰部に開口させる尿道会陰瘻が行われる。開口部の狭窄を防ぐために逆U字型（Blandy法）や7字型の皮膚フラップを形成する方法がある<sup>46, 47)</sup>。

##### 2) 禁制導尿路作成などの尿路変向

尿路変向は尿道形成術により治療目的が達成できない場合の手段である。膀胱機能が保たれていれば禁制型導尿路作成が行われる。具体的な適応症例としては、女性で尿道再建後に尿禁制が保てない場合や<sup>48)</sup>、男児で尿道再建後に尿失禁のために挿入した人工尿道括約筋により尿道が壊死した場合などがある<sup>49)</sup>。膀胱の蓄尿機能が悪い場合には失禁型あるいは導尿型尿路変向も考慮する<sup>50)</sup>。

##### 3) カテーテル長期留置

放射線照射後や虚弱高齢者などで、狭窄治療を断念して尿道カテーテルや膀胱瘻を長期留置することが選択される場合もあるが、長期的に尿路感染や血尿など合併症が起りうることを前提とすべきである<sup>51)</sup>。

#### …参考文献…

- 1) Rourke KF, Welk B, Kodama R, et al : Canadian Urological Association guideline on male urethral stricture. *Can Urol Assoc J* 14 : 305-316, 2020
- 2) Chapple C, Andrich D, Atala A, et al : SIU/ICUD Consultation on Urethral Strictures : The management of anterior urethral stricture disease using substitution urethroplasty. *Urology* 83 : S31-S47, 2014
- 3) Purohit RS, Golan R, Copeli F, et al : Natural History of Low-stage Urethral Strictures. *Urology* 108 : 180-183, 2017
- 4) Steenkamp JW, Heyns CF, de Kock ML : Internal urethrotomy versus dilation as treatment for male urethral strictures : a prospective, randomized comparison. *J Urol* 157 : 98-101, 1997
- 5) Santucci R, Eisenberg L : Urethrotomy has a much lower success rate than previously reported. *J Urol* 183 : 1859-1862, 2010
- 6) Kumano Y, Kawahara T, Mochizuki T, et al : Management of urethral stricture : High-pressure balloon dilation versus optical internal urethrotomy. *Low Urin Tract Symptoms* 11 : O34-O37, 2019
- 7) Karsli O, Ustuner M, Memik O, Ulukaradag E : Comparison of Urethral Dilation with Amplatz Dilators and Internal Urethrotomy Techniques for the Treatment of Urethral Strictures. *Urol J* 17 : 68-72, 2020
- 8) Gücük A, Tuygun C, Burgu B, Oztürk U, Dede O, Imamoğlu A : The short-term efficacy of dilatation therapy combined with steroid after internal urethrotomy in the management of urethral stenoses. *J Endourol* 24 : 1017-1021, 2010
- 9) Farrell MR, Sherer BA, Levine LA : Visual Internal Urethrotomy With Intralesional Mitomy-

- cin C and Short-term Clean Intermittent Catheterization for the Management of Recurrent Urethral Strictures and Bladder Neck Contractures. *Urology* 85 : 1494-1499, 2015
- 10) Chung JH, Kang DH, Choi HY, et al : The effects of hyaluronic acid and carboxymethylcellulose in preventing recurrence of urethral stricture after endoscopic internal urethrotomy : a multicenter, randomized controlled, single-blinded study. *J Endourol* 27 : 756-762, 2013
  - 11) Gnanaraj J, Devasia A, Gnanaraj L, Pandey AP : Intermittent self catheterization versus regular outpatient dilatation in urethral stricture : a comparison. *Aust N Z J Surg* 69 : 41-43, 1999
  - 12) Ivaz SL, Veeratterapillay R, Jackson MJ, et al : Intermittent self-dilatation for urethral stricture disease in males : A systematic review and meta-analysis. *Neurourol Urodyn* 35 : 759-763, 2016
  - 13) Lubahn JD, Zhao LC, Scott JF, et al : Poor quality of life in patients with urethral stricture treated with intermittent self-dilation. *J Urol* 191 : 143-147, 2014
  - 14) Chapple C, Barbagli G, Jordan G, et al : Consensus statement on urethral trauma. *BJU Int* 93 : 1195-1202, 2004
  - 15) 磯野誠, 堀口明男, 田崎新資, 他 : 尿道狭窄症に対する経尿道的内尿道切開術の有効性の検討. *日泌会誌* 103 : 691-696, 2012
  - 16) Buckley JC, Heyns C, Gilling P, Carney J : SIU/ICUD Consultation on Urethral Strictures : Dilation, internal urethrotomy, and stenting of male anterior urethral strictures. *Urology* 83 : S18-S22, 2014
  - 17) Goulao B, Carnell S, Shen J, et al : Surgical Treatment for Recurrent Bulbar Urethral Stricture : A Randomised Open-label Superiority Trial of Open Urethroplasty Versus Endoscopic Urethrotomy (the OPEN Trial). *Eur Urol* 78 : 572-580, 2020
  - 18) Greenwell TJ, Castle C, Andrich DE, MacDonald JT, Nicol DL, Mundy AR : Repeat urethrotomy and dilation for the treatment of urethral stricture are neither clinically effective nor cost-effective. *J Urol* 172 : 275-277, 2004
  - 19) Rourke KF, Jordan GH : Primary urethral reconstruction : the cost minimized approach to the bulbous urethral stricture. *J Urol* 173 : 1206-1210, 2005
  - 20) Osterberg EC, Murphy G, Harris CR, Breyer BN : Cost-effective Strategies for the Management and Treatment of Urethral Stricture Disease. *Urol Clin North Am* 44 : 11-17, 2017
  - 21) Horiguchi A, Shinchi M, Masunaga A, Ito K, Asano T, Azuma R : Do Transurethral Treatments Increase the Complexity of Urethral Strictures? *J Urol* 199 : 508-514, 2018
  - 22) Mundy AR, Andrich DE : Urethral strictures. *BJU Int* 107 : 6-26, 2011
  - 23) McGeorge S, Chung A, Desai DJ : Trends in urethral stricture management over two decades. *BJU Int* 124 Suppl 1 : 37-41, 2019
  - 24) Burks FN, Salmon SA, Smith AC, Santucci RA : Urethroplasty : a geographic disparity in care. *J Urol* 187 : 2124-2127, 2012
  - 25) Kitahara S, Sato R, Yasuda K, Arai G, Nakai H, Okada H : Surgical treatment of urethral distraction defect associated with pelvic fracture : a nationwide survey in Japan. *Int J Urol* 15 : 621-624 : quiz 624, 2008
  - 26) Mundy AR, Andrich DE : Urethral trauma. Part II : Types of injury and their management. *BJU Int* 108 : 630-650, 2011
  - 27) Terlecki RP, Steele MC, Valadez C, Morey AF : Urethral rest : role and rationale in preparation for anterior urethroplasty. *Urology* 77 : 1477-1481, 2011
  - 28) Morey AF, Watkin N, Shenfeld O, Eltahawy E, Giudice C : SIU/ICUD Consultation on Urethral Strictures : Anterior urethra-primary anastomosis. *Urology* 83 : S23-S26, 2014
  - 29) Terlecki RP, Steele MC, Valadez C, Morey AF : Grafts are Unnecessary for Proximal Bulbar Reconstruction. *J Urol* 184 : 2395-2399, 2010
  - 30) Shakir NA, Fuchs JS, Haney N, et al : Excision and Primary Anastomosis Reconstruction for Traumatic Strictures of the Pendulous Urethra. *Urology* 125 : 234-238, 2019
  - 31) Barratt RC, Bernard J, Mundy AR, Greenwell TJ : Pelvic fracture urethral injury in males-

- mechanisms of injury, management options and outcomes. *Transl Androl Urol* 7 : S29-S62, 2018
- 32) Gomez RG, Campos RA, Velarde LG : Reconstruction of Pelvic Fracture Urethral Injuries With Sparing of the Bulbar Arteries. *Urology* 88 : 207-212, 2016
  - 33) Johnsen NV, Moses RA, Elliott SP, et al : Multicenter analysis of posterior urethroplasty complexity and outcomes following pelvic fracture urethral injury. *World J Urol* 38 : 1073-1079, 2020
  - 34) Zuckerman JM, McCammon KA, Tisdale BE, et al : Outcome of penile revascularization for arteriogenic erectile dysfunction after pelvic fracture urethral injuries. *Urology* 80 : 1369-1373, 2012
  - 35) Andrich DE, Mundy AR : Non-transecting anastomotic bulbar urethroplasty : a preliminary report. *BJU Int* 109 : 1090-1094, 2012
  - 36) Jordan GH, Eltahawy EA, Virasoro R : The technique of vessel sparing excision and primary anastomosis for proximal bulbous urethral reconstruction. *J Urol* 177 : 1799-1802, 2007
  - 37) Chapman DW, Cotter K, Johnsen NV, et al : Nontransecting Techniques Reduce Sexual Dysfunction after Anastomotic Bulbar Urethroplasty : Results of a Multi-Institutional Comparative Analysis. *J Urol* 201 : 364-370, 2019
  - 38) Soliman MG, Abo Farha M, El Abd AS, Abdel Hameed H, El Gamal S : Dorsal onlay urethroplasty using buccal mucosa graft versus penile skin flap for management of long anterior urethral strictures : a prospective randomized study. *Scand J Urol* 48 : 466-473, 2014
  - 39) Lumen N, Vierstraete-Verlinde S, Oosterlinck W, et al : Buccal Versus Lingual Mucosa Graft in Anterior Urethroplasty : A Prospective Comparison of Surgical Outcome and Donor Site Morbidity. *J Urol* 195 : 112-117, 2016
  - 40) Yuri P, Wahyudi I, Rodjani A : Comparison Between End-to-end Anastomosis and Buccal Mucosa Graft in Short Segment Bulbar Urethral Stricture : a Meta-analysis Study. *Acta Med Indones* 48 : 17-27, 2016
  - 41) Barbagli G, Kulkarni SB, Joshi PM, et al : Repair of sphincter urethral strictures preserving urinary continence : surgical technique and outcomes. *World J Urol* 37 : 2473-2479, 2019
  - 42) Gómez RG, Velarde LG, Campos RA, et al : Intrasphincteric anastomotic urethroplasty allows preservation of continence in men with bulbomembranous urethral strictures following benign prostatic hyperplasia surgery. *World J Urol* 39 : 2099-2106, 2021
  - 43) Daneshvar M, Hughes M, Nikolavsky D : Surgical Management of Fossa Navicularis and Distal Urethral Strictures. *Curr Urol Rep* 19 : 43, 2018
  - 44) Kaisary AV : Postoperative care following internal urethrotomy. *Urology* 26 : 333-336, 1985
  - 45) Osman NI, Chapple CR : Contemporary surgical management of female urethral stricture disease. *Curr Opin Urol* 25 : 341-345, 2015
  - 46) Lopez JC, Gomez EG, Carrillo AA, Castineira RC, Tapia MJ : Perineostomy : the last opportunity. *Int Braz J Urol* 41 : 91-98 ; discussion 99-100, 2015
  - 47) French D, Hudak SJ, Morey AF : The "7-flap" perineal urethrostomy. *Urology* 77 : 1487-1489, 2011
  - 48) Venn SN, Greenwell TJ, Mundy AR : Pelvic fracture injuries of the female urethra. *BJU Int* 83 : 626-630, 1999
  - 49) Husmann DA, Wilson WT, Boone TB, Allen TD : Prostatomembranous urethral disruptions : management by suprapubic cystostomy and delayed urethroplasty. *J Urol* 144 : 76-78, 1990
  - 50) Gómez RG, Mundy T, Dubey D, et al : SIU/ICUD Consultation on Urethral Strictures : Pelvic fracture urethral injuries. *Urology* 83 : S48-S58, 2014
  - 51) Harrison SC, Lawrence WT, Morley R, Pearce I, Taylor J : British Association of Urological Surgeons' suprapubic catheter practice guidelines. *BJU Int* 107 : 77-85, 2011

# IV

---

## 生殖器外傷

陰茎折症は，特徴的な臨床症状と所見，すなわち受傷時の断裂（または破裂）音聴取，痛み，勃起した陰茎の急激な腫脹減退と性行為の継続困難，血腫による陰茎の変色，腫脹や彎曲にて診断が可能である。外尿道口からの出血，肉眼的血尿，尿排出症状や排尿時痛を認める場合には尿道損傷の合併が疑われる。臨床所見にて確診できない場合，超音波検査やMRIが有用である。

## 解説

陰茎折症は勃起した陰茎への鈍的外力により，陰茎海綿体白膜が断裂することにより生じる陰茎外傷で，皮下血腫と約6%で海綿体，尿道損傷を伴う<sup>1, 2)</sup>。

原因は性行為（46%），強制的な陰茎の屈曲（中東での taghaanda/taqaandan）<sup>3)</sup>（21%），自慰行為（18%），勃起状態での寝返り（8.2%）などが多い<sup>2)</sup>。

性行為では，陰茎が膣から滑り出て恥骨や会陰に打ち付けることで受傷する。騎乗位での受傷が多いとする報告もあるが，メタアナリシスでは体位による受傷頻度に差はないとされる<sup>2)</sup>。鑑別を要する疾患としては陰茎の表在性動静脈損傷，表在性血腫，陰茎提韧带損傷がある<sup>4, 5)</sup>。

### 1. 臨床症状と身体所見

勃起していない状態では，海綿体白膜の厚さは約2mmとされるが，勃起により0.25～0.5mmほどに伸展され，外傷に対し，より脆弱となる<sup>2)</sup>。性行為中の白膜内圧は180mmHgまで上昇するとされるが，外傷により白膜内圧が1,500mmHgを超えると白膜断裂が生じる。白膜が最も薄いとされる，腹外側での損傷が多い<sup>6)</sup>。

#### 1) 陰茎の腫脹と変色

白膜断裂に伴う血腫により，陰茎の腫脹（39%）<sup>2)</sup>と変色（41%）<sup>2)</sup>を認める。ナス（茄子）に似ていることからナス様変形（aubergine sign/eggplant deformity）と呼ばれる。バック筋膜（Buck's fascia）の損傷があれば，血腫は陰囊，会陰，下腹部にまで広がる。

#### 2) 断裂（または破裂）音聴取

受傷時に患者またはパートナーにより聴取される（27%）<sup>2)</sup>。『トウモロコシの茎』や『ガラス棒』を折った音とも例えられる<sup>7)</sup>。

#### 3) 疼痛と勃起した陰茎の腫脹減退

受傷により疼痛（24%）<sup>2)</sup>と勃起した陰茎の急激な腫脹減退が生じ（26%）<sup>2)</sup>，性行為の継続は困難となる。触診にて白膜断裂部の圧痛を認めることもある。

#### 4) 血腫による陰茎彎曲

バック筋膜の損傷がなければ、断裂した白膜とバック筋膜間に生じた血腫により陰茎は断裂部の反対側に彎曲する（13%）<sup>2)</sup>。血腫が塊として触知されることもある（rolling sign）が、バック筋膜の損傷があれば不明瞭となる<sup>3)</sup>。

#### 5) 白膜断裂部の触知

断裂部が触知されることがある。

#### 6) 外尿道口にみられる血液、血尿、尿排出症状や排尿時痛

陰茎折症の3～20%に尿道損傷を合併する。性行為での受傷が多いアメリカやヨーロッパで多く、中東、アジアからの報告では少ない<sup>7～9)</sup>。両側の陰茎海綿体損傷では尿道損傷の頻度が高い<sup>10)</sup>。メタアナリシスでは陰茎折症の6.1%に尿道損傷を合併し、このうち5.6%では外尿道口に血液がみられた<sup>2)</sup>。外尿道口にみられる血液以外でも、肉眼的血尿、排尿時痛や尿閉などの尿排出症状を認める場合には尿道損傷の合併を疑い逆行性尿道造影や尿道鏡検査での補助検査を行う。

#### 7) その他

受傷から時間を経て受診した場合、勃起障害、尿道海綿体・皮膚瘻、また陰茎硬化症（ペロニー病）様症状を訴えることがある<sup>7)</sup>。

## 2. 画像診断法

陰茎折症の画像診断法として、超音波検査、MRI、海綿体造影、逆行性尿道造影、尿道鏡検査などが報告されている。臨床症状と身体所見でも陰茎折症の確診ができない場合、超音波検査、またはMRIを行う<sup>11)</sup>。

### 1) 超音波検査

超音波検査は広く普及し、簡便で検査に時間を要さず、低コスト、非侵襲的であり、初めに施行すべき画像診断法である<sup>11, 12)</sup>。白膜断裂部位が特定できれば、手術時の切開法選択にも役立つ<sup>4)</sup>。ただし超音波検査所見は、検査実施者の習熟度により異なる可能性がある。

### 2) MRI

MRIは非侵襲的で、白膜断裂部の同定に役立つ（感度100%、特異度77.8%<sup>13)</sup>）。尿道損傷合併の診断も可能であるが、尿道損傷の診断には感度が高い検査ではない（60%）<sup>13)</sup>。撮像時には陰茎を前腹壁に固定し、表面コイルを使用する<sup>13, 14)</sup>。T2強調画像で水平断・冠状断・矢状断3方向と、T1強調画像で水平断または矢状断1方向撮像する。造影剤は不要である<sup>14)</sup>。

高コストで、緊急MRIが実施可能な施設は限られることもあり、臨床症状と身体所見、また超音波検査を用いても陰茎折症の確診が得られない場合に勧められる<sup>11～13)</sup>。

### 3) 海綿体造影

海綿体造影は陰茎折症の診断において、有用とされるが<sup>15, 16)</sup>、偽陰性が多いことも報告されている<sup>17)</sup>。診断法として超音波検査やMRIが普及した現状では、医原性



持続勃起症<sup>18)</sup>，造影剤アレルギーや感染の危険もあること，また本検査に習熟している医師も少ないため，現在では選択すべき検査ではない。

#### 4) 逆行性尿道造影

尿道損傷の合併が疑われる場合には逆行性尿道造影を行う<sup>19~21)</sup>。損傷部位を覆う血腫や小さな損傷では偽陰性となる可能性<sup>17, 20)</sup>や，検査までに時間がかかることもあり施設の状況によっては，尿道鏡検査が勧められる場合もある。

#### 5) 尿道鏡検査

尿道損傷の合併が疑われる場合，尿道鏡検査も勧められる<sup>20~22)</sup>。手術室での手術開始直前の軟性尿道鏡検査では，直接損傷部位の確認が可能となり，切開方法の選択にも役立つ<sup>20)</sup>。

尿道損傷が疑われる場合には，逆行性尿道造影または尿道鏡検査を行い，損傷の有無，損傷部位の同定を行うが，どちらの検査がより有用かを比較した報告はない。EAU ガイドラインでは尿道造影での偽陰性の多さから，尿道鏡検査が推奨されている<sup>1)</sup>が，AUA ガイドラインでは各施設での検査機器の使用しやすさや，検査までに要する時間を考慮して選択する<sup>21)</sup>，とされている。

#### …参考文献…

- 1) Kitrey ND, Djakovic N, Hallscheidt P, et al : EAU Guidelines on Urological Trauma : Available from : <https://uroweb.org/guideline/urological-trauma/>, 2021
- 2) Amer T, Wilson R, Chlosta P, et al : Penile Fracture : A Meta-Analysis. *Urol Int* 96 : 315-329, 2016
- 3) Zargooshi J : Penile fracture in Kermanshah, Iran : report of 172 cases. *J Urol* 164 : 364-366, 2000
- 4) Rees RW, Brown G, Dorkin T, et al : British Association of Urological Surgeons (BAUS) consensus document for the management of male genital emergencies - penile fracture. *BJU Int* 122 : 26-28, 2018
- 5) El-Assmy A, El-Tholoth HS, Abou-El-Ghar ME, Mohsen T, Ibrahim el HI : False penile fracture : value of different diagnostic approaches and long-term outcome of conservative and surgical management. *Urology* 75 : 1353-1356, 2010
- 6) Kominsky H, Beebe S, Shah N, Jenkins LC : Surgical reconstruction for penile fracture : a systematic review. *Int J Impot Res* 32 : 75-80, 2020
- 7) Eke N : Fracture of the penis. *Br J Surg* 89 : 555-565, 2002
- 8) Pariser JJ, Pearce SM, Patel SG, Bales GT : National Patterns of Urethral Evaluation and Risk Factors for Urethral Injury in Patients With Penile Fracture. *Urology* 86 : 181-185, 2015
- 9) Barros R, Ribeiro JGA, da Silva HAM, de Sá FR, Fosse AM Júnior, Favorito LA : Urethral injury in penile fracture : a narrative review. *Int Braz J Urol* 46 : 152-157, 2020
- 10) El-Assmy A, El-Tholoth HS, Mohsen T, Ibrahim el HI : Long-term outcome of surgical treatment of penile fracture complicated by urethral rupture. *J Sex Med* 7 : 3784-3788, 2010
- 11) Morey AF, Broghammer JA, Hollowell CMP, McKibben MJ, Souter L : Urotrauma Guideline 2020 : AUA Guideline. *J Urol* 205 : 30-35, 2021
- 12) Zare Mehrjardi M, Darabi M, Bagheri SM, Kamali K, Bijan B : The role of ultrasound (US) and magnetic resonance imaging (MRI) in penile fracture mapping for modified surgical repair. *Int Urol Nephrol* 49 : 937-945, 2017

- 13) Sokolakis I, Schubert T, Oelschlaeger M, et al : The Role of Magnetic Resonance Imaging in the Diagnosis of Penile Fracture in Real-Life Emergency Settings : Comparative Analysis with Intraoperative Findings. *J Urol* 202 : 552-557, 2019
- 14) Esposito AA, Giannitto C, Muzzupappa C, et al : MRI of penile fracture : what should be a tailored protocol in emergency? *Radiol Med* 121 : 711-718, 2016
- 15) Beysel M, Tekin A, Gürdal M, Yücebaş E, Sengör F : Evaluation and treatment of penile fractures : accuracy of clinical diagnosis and the value of corpus cavernosography. *Urology* 60 : 492-496, 2002
- 16) Karadeniz T, Topsakal M, Ariman A, Erton H, Basak D : Penile fracture : differential diagnosis, management and outcome. *Br J Urol* 77 : 279-281, 1996
- 17) Mydlo JH, Hayyeri M, Macchia RJ : Urethrography and cavernosography imaging in a small series of penile fractures : a comparison with surgical findings. *Urology* 51 : 616-619, 1998
- 18) Hinev A : Fracture of the penis : treatment and complications. *Acta Med Okayama* 54 : 211-216, 2000
- 19) Ahmadnia H, Younesi Rostami M, Kamalati A, Imani MM : Penile fracture and its treatment : is retrograde urethrography necessary for management of penile fracture? *Chin J Traumatol* 17 : 338-340, 2014
- 20) Kamdar C, Mooppan UM, Kim H, Gulmi FA : Penile fracture : preoperative evaluation and surgical technique for optimal patient outcome. *BJU Int* 102 : 1640-1644 ; discussion 1644, 2008
- 21) Morey AF, Brandes S, Dugi DD 3rd, et al : Urotrauma : AUA guideline. *J Urol* 192 : 327-335, 2014
- 22) Christian-Miller N, Lenis AT, Fero KE, et al : Risk factors for penile fracture compared with a surgical control cohort in the United States : the role of substance abuse. *Asian J Androl* 23 : 236-239, 2021

陰茎折症と診断された場合，吸収糸を用いて，断裂した白膜の修復術を行う。術後の後遺症として，修復部の結節，陰茎彎曲，勃起障害が生じうる（推奨グレードB）。

## 解説

### 1. 治療法

以前は，保存的治療（局所の圧迫や冷罨法，鎮痛剤や抗生剤投与など）が行われていた時代もあるが，後述する後遺症の多さから，陰茎折症と診断された場合には，断裂した海綿体白膜の修復術を行うべきである<sup>1~5)</sup>。

修復術は，尿道損傷の合併がない場合には24時間以内に，尿道損傷を合併する場合には可能な限り早期に行う<sup>3, 6)</sup>が，受傷7日目までに手術を行えば，長期合併症に差を認めない<sup>7, 8)</sup>ともされ，時間を経て受診した際にも手術が勧められる。

皮膚切開法は包皮を完全に脱転でき海綿体，尿道を十分に観察が可能な，冠状溝近くの環状切開（de-gloving法）を用いた報告が多い<sup>4)</sup>が，白膜断裂を生じやすい腹外側に近い，腹側縦切開（midline penoscrotal incision）<sup>9)</sup>や，血腫や画像検査にて白膜断裂部位を同定した後に，損傷部位直上での縦または横切開<sup>10, 11)</sup>の報告も増えている。白膜断裂部位が不明な場合には環状切開を選択することが望ましい<sup>3)</sup>。

白膜断裂部位の同定や白膜修復後の確認のため，陰茎海綿体へ生理食塩水などを注入し，有用であったとする報告もある<sup>12, 13)</sup>。尿道損傷が疑わしい場合には，手術台での軟性尿道鏡検査<sup>14)</sup>やメチレンブルーにて色を付けた生理食塩水を尿道へ注入することで損傷部位の同定に役立つことが報告されている<sup>13)</sup>。通常，尿道損傷部位は白膜断裂部位に一致する<sup>15)</sup>。

白膜修復は2-0または3-0吸収糸での結節縫合にて行う<sup>1, 2, 4)</sup>。非吸収糸を用いると修復部に結節が残存する可能性がある<sup>16)</sup>。部分的な尿道損傷では，尿道カテーテルに沿って，3-0から5-0の細い吸収糸を用いた結節縫合にて修復する。完全断裂の場合には正常な尿道粘膜を露出させ，緊張のない状態で端々吻合を行う<sup>3, 6, 17)</sup>。

尿道修復術を行った場合，フォーリーカテーテル（Foley catheter）を2～3週間留置し，カテーテル脇からの尿道造影検査にて尿道修復部の治癒を確認してから抜去する<sup>3, 17)</sup>。尿道損傷合併時には恥骨上膀胱瘻も造設することを推奨する報告<sup>15, 18)</sup>もあるが，尿道損傷合併時における，修復方法，カテーテル留置方法，期間などを比較検討した報告はなく，術者の経験により選択されている<sup>6, 17)</sup>。術後4～6週間は性行為を避けるよう指導する報告が多い<sup>3)</sup>。

## 2. 後遺症

手術を行うことで、早期の回復と、長期的な合併症の低下が期待される<sup>1, 4, 19)</sup>。修復術を行った場合、20.6%で合併症が生じ、修復部の結節（13.9%）、陰茎弯曲（2.7%）、勃起障害（1.9%）が多い<sup>4)</sup>。保存的治療を選択した場合には、陰茎膿瘍、尿道瘻、陰茎弯曲、血腫遷延による手術など、より多く（46%）の合併症を生じ得る<sup>20)</sup>。保存的治療による長期合併症としては35%に陰茎の線維化による強度の陰茎弯曲、62%に性交不能症が生じた<sup>21)</sup>。

術後の勃起機能はほぼ全例に回復が期待されるが<sup>22, 23)</sup>、性生活に対する心理的な影響を検討した結果、影響がないとする報告<sup>24)</sup>と、長期にわたり心理的影響が残るとする報告<sup>25)</sup>がある。本疾患では、後遺症に対して術後長期の経過観察が理想である。しかし患者の羞恥心もあり、通院の自己中断などにより、長期の経過観察が困難な例も多い<sup>11)</sup>。

### …参考文献…

- 1) Morey AF, Brandes S, Dugi DD 3rd, et al : Urotrauma : AUA guideline. J Urol 192 : 327-335, 2014
- 2) Kitrey ND, Djakovic N, Hallscheidt P, et al : EAU Guidelines on Urological Trauma : Available from : <https://uroweb.org/guideline/urological-trauma/>, 2021
- 3) Rees RW, Brown G, Dorkin T, et al : British Association of Urological Surgeons (BAUS) consensus document for the management of male genital emergencies - penile fracture. BJU Int 122 : 26-28, 2018
- 4) Amer T, Wilson R, Chlosta P, et al : Penile Fracture : A Meta-Analysis. Urol Int 96 : 315-329, 2016
- 5) Eke N : Fracture of the penis. Br J Surg 89 : 555-565, 2002
- 6) Kominsky H, Beebe S, Shah N, Jenkins LC : Surgical reconstruction for penile fracture : a systematic review. Int J Impot Res 32 : 75-80, 2020
- 7) el-Assmy A, el-Tholoth HS, Mohsen T, Ibrahim el HI : Does timing of presentation of penile fracture affect outcome of surgical intervention? Urology 77 : 1388-1391, 2011
- 8) Kozacioglu Z, Degirmenci T, Arslan M, Yuksel MB, Gunlusoy B, Minareci S : Long-term significance of the number of hours until surgical repair of penile fractures. Urol Int 87 : 75-79, 2011
- 9) Mazaris EM, Livadas K, Chalikopoulos D, Bisas A, Deliveliotis C, Skolarikos A : Penile fractures : immediate surgical approach with a midline ventral incision. BJU Int 104 : 520-523, 2009
- 10) Nasser TA, Mostafa T : Delayed surgical repair of penile fracture under local anesthesia. J Sex Med 5 : 2464-2469, 2008
- 11) 相川浩一, 木村高弘, 小池祐介, 山田裕紀, 額川晋 : 陰茎折症 16 例の臨床的特徴と合併症の検討. 日泌会誌 109 : 204-207, 2018
- 12) 葺石陽亮, 濱口卓也 : 術中陰茎白膜断裂部位の特定に陰茎海綿体への生理食塩水注入が有効であった陰茎折症の 3 例. 西日泌 81 : 578-581, 2019
- 13) Shaer O : Methylene blue-guided repair of fractured penis. J Sex Med 3 : 349-354, 2006
- 14) Kamdar C, Mooppan UM, Kim H, Gulmi FA : Penile fracture : preoperative evaluation and surgical technique for optimal patient outcome. BJU Int 102 : 1640-1644 ; discussion 1644, 2008
- 15) El-Assmy A, El-Tholoth HS, Mohsen T, Ibrahim el HI : Long-term outcome of surgical treatment of penile fracture complicated by urethral rupture. J Sex Med 7 : 3784-3788, 2010

- 16) El-Assmy A, El-Tholoth HS, Abou-El-Ghar ME, Mohsen T, Ibrahim EH : Risk factors of erectile dysfunction and penile vascular changes after surgical repair of penile fracture. *Int J Impot Res* 24 : 20-25, 2012
- 17) Barros R, Ribeiro JGA, da Silva HAM, de Sá FR, Fosse AM Júnior, Favorito LA : Urethral injury in penile fracture : a narrative review. *Int Braz J Urol* 46 : 152-157, 2020
- 18) El Atat R, Sfaxi M, Benslama MR, et al : Fracture of the penis : management and long-term results of surgical treatment. Experience in 300 cases. *J Trauma* 64 : 121-125, 2008
- 19) Muentener M, Suter S, Hauri D, Sulser T : Long-term experience with surgical and conservative treatment of penile fracture. *J Urol* 172 : 576-579, 2004
- 20) Bozzini G, Albersen M, Otero JR, et al : Delaying Surgical Treatment of Penile Fracture Results in Poor Functional Outcomes : Results from a Large Retrospective Multicenter European Study. *Eur Urol Focus* 4 : 106-110, 2018
- 21) Orvis BR, McAninch JW : Penile rupture. *Urol Clin North Am* 16 : 369-375, 1989
- 22) Zargooshi J : Sexual function and tunica albuginea wound healing following penile fracture : An 18-year follow-up study of 352 patients from Kermanshah, Iran. *J Sex Med* 6 : 1141-1150, 2009
- 23) 梶井成彦, 田中峻希, 佐藤新, 徳永英夫, 齋藤英郎 : 陰茎折症の2例 : 性機能に関する考察. *泌紀* 66 : 29-32, 2020
- 24) Penbegul N, Bez Y, Atar M, et al : No evidence of depression, anxiety, and sexual dysfunction following penile fracture. *Int J Impot Res* 24 : 26-30, 2012
- 25) Bolat MS, Özen M, Önem K, Açıkğöz A, Asci R : Effects of penile fracture and its surgical treatment on psychosocial and sexual function. *Int J Impot Res* 29 : 244-249, 2017

## 精巣破裂の診断に有用な臨床所見，画像診断法は何か？

- ・鈍的損傷による精巣破裂では，陰嚢の腫脹や圧痛などの症状が出現するが必ずしも特異的なものではないため臨床所見のみでは診断が困難であることが多い。
- ・鈍的損傷による精巣破裂では，超音波検査が第一選択である。代表的な所見は，精巣白膜の不連続性と実質のエコー輝度の不均一性である。カラードップラーや造影剤を使用した超音波検査，MRI も有用な場合がある。陰嚢の穿通性外傷の場合，超音波検査の有用性は限定的であるといった意見がある。

### 解 説

精巣損傷のうち85%が交通事故，暴行，スポーツなどによる鈍的損傷であり，15%が穿通性外傷である<sup>1)</sup>。鈍的損傷による精巣破裂では，患者は陰嚢の腫脹や痛みを訴え，時には嘔気嘔吐を伴う<sup>2)</sup>。理学的所見では，陰嚢の腫脹や圧痛，擦過，陰嚢内血腫，血腫，皮下出血斑，精巣の辺縁の消失などを認める<sup>1, 2)</sup>。しかし，痛みや腫脹のため十分な診察ができない場合もあり，またそれぞれの所見も特異的なものではない。圧痛のない症例も存在する<sup>3, 4)</sup>ことから，理学的所見のみでは診断は困難であり<sup>2, 5)</sup>画像診断が重要である。

鈍的損傷による精巣破裂では，超音波検査が第一選択である<sup>1, 6~9)</sup>。陰嚢内血腫，陰嚢壁の腫脹，精巣内部のエコーパターンの変化，精巣辺縁の不均一性などさまざまな表現がなされているが，このなかで，白膜の連続性が消失し精巣の辺縁がはっきりしないこと，精巣実質の内部エコーが不均一であることが精巣破裂の特徴的な所見と考えられている<sup>6, 10~12)</sup>。超音波検査の特異度は65~100%，感度は64~100%と報告されている<sup>10, 13~16)</sup>。カラードップラーで精巣血流の低下がみられることがあり，精巣実質の評価が可能で温存か摘出かの手術術式の選択にもつながるとい報告もある<sup>11, 17)</sup>。造影超音波検査は小さい病変の検出に有用である可能性が示唆され<sup>18)</sup>，超音波検査では診断されなかった精巣破裂3人中2人が造影超音波検査で診断されたという報告<sup>19)</sup>もある。

浮腫や血腫などで超音波検査のみで不明瞭な場合<sup>6)</sup>には，MRIが施行されることがある。Kimら<sup>20)</sup>は鈍的損傷による精巣破裂での前向き試験でMRIの正診率が7人中7人(100%)であったと報告している。本邦の症例報告でもMRIの有用性が報告されている<sup>21, 22)</sup>。

後方視的研究ではあるが，陰嚢に切開をおき精巣鞘膜内に膀胱鏡を挿入して観察するというscrotoscopyという手技を15人の患者に施行し正診率が100%であったという報告もある<sup>23)</sup>。

穿通性外傷の場合には、他臓器の損傷の可能性もあり外科的探索が推奨されている<sup>9)</sup>。銃弾による穿通性外傷患者75人では、特異度95%、感度60%という報告があり、超音波検査の有用性が限定されている報告がある一方<sup>24)</sup>、穿通性外傷でも、特異度84.6%、感度100%という報告<sup>25)</sup>もあり、有用であるという報告もある<sup>26)</sup>。

#### …参考文献…

- 1) Wang A, Stormont I, Siddiqui MM : A Review of Imaging Modalities Used in the Diagnosis and Management of Scrotal Trauma. *Curr Urol Rep* 18 : 98, 2017
- 2) Wang Z, Yang JR, Huang YM, et al : Diagnosis and management of testicular rupture after blunt scrotal trauma : a literature review. *Int Urol Nephrol* 48 : 1967-1976, 2016
- 3) Chandra RV, Dowling RJ, Ulubasoglu M, Haxhimolla H, Costello AJ : Rational Approach to Diagnosis and Management of Blunt Scrotal Trauma. *Urology* 70 : 230-234, 2007
- 4) Micallef M, Ahmad I, Ramesh N, Hurley M, McInerney D : Ultrasound features of blunt testicular injury. *Injury* 32 : 23-26, 2001
- 5) 中島洋介, 木村茂三, 佐藤通洋 : 鈍的外力による陰囊および陰囊内臓器損傷の検討. 非観血的治療の是非と超音波断層法の有用性について. *泌尿* 8 : 305-311, 1995
- 6) Deurdulian C, Mittelstaedt CA, Chong WK, Fielding JR : US of acute scrotal trauma : Optimal technique, imaging findings, and management. *Radiographics* 27 : 357-369, 2007
- 7) Cubillos J, Reda EF, Gitlin J, Zelkovic P, Palmer LS : A conservative approach to testicular rupture in adolescent boys. *J Urol* 184 : 1733-1738, 2010
- 8) Lucky M, Brown G, Dorkin T, et al : British Association of Urological Surgeons (BAUS) consensus document for the management of male genital emergencies - testicular trauma. *BJU Int* 121 : 840-844, 2018
- 9) Morey AF, Broghammer JA, Hollowell CMP, McKibben MJ, Souter L : Urotrauma Guideline 2020 : AUA Guideline. *J Urol* 205 : 30-35, 2021
- 10) Buckley JC, McAninch JW : Use of ultrasonography for the diagnosis of testicular injuries in blunt scrotal trauma. *J Urol* 175 : 175-178, 2006
- 11) Bhatt S, Dogra VS : Role of US in Testicular and Scrotal Trauma. *Radiographics* 28 : 1617-1629, 2008
- 12) Fenton LZ, Karakas SP, Baskin L, Campbell JB : Sonography of pediatric blunt scrotal trauma : what the pediatric urologist wants to know. *Pediatr Radiol* 46 : 1049-1058, 2016
- 13) Kim SH, Park S, Choi SH, Jeong WK, Choi JH : Significant predictors for determination of testicular rupture on sonography : A prospective study. *J Ultrasound Med* 26 : 1649-1655, 2007
- 14) Guichard G, El Ammari J, Del Coro C, et al : Accuracy of Ultrasonography in Diagnosis of Testicular Rupture After Blunt Scrotal Trauma. *Urology* 71 : 52-56, 2008
- 15) Sallami S, Khouni H, Ichaoui H, Ben Atta M, Abou El Makarim S, Ben Rhouma S : Blunt scrotal trauma in adults : A multi-institution study evaluating the American Association for the Surgery of Trauma organ injury grading scale about 107 cases. *Tunis Med* 95 : 331-335, 2017
- 16) Lee SH, Lee DG, Choi SK, Choi T, Yoo KH : Trends in testicular injury in Korea, 1986-2015. *J Korean Med Sci* 32 : 1669-1673, 2017
- 17) Adlan T, Freeman SJ : Can ultrasound help to manage patients with scrotal trauma? *Ultrasound* 22 : 205-212, 2014
- 18) Yusuf GT, Rafailidis V, Moore S, et al : The role of contrast-enhanced ultrasound (CEUS) in the evaluation of scrotal trauma : a review. *Insights Imaging* 11 : 68, 2020
- 19) Lobianco R, regine R, De Siero M, Catalano O, Caiazzo C, Ragozzino A : Contrast-enhanced sonography in blunt scrotal trauma. *J Ultrasound* 14 : 188-195, 2011
- 20) Kim SH, Park S, Choi SH, Jeong WK, Choi JH : The efficacy of magnetic resonance imaging for the diagnosis of testicular rupture : A prospective preliminary study. *J Trauma* 66 : 239-

- 242, 2009
- 21) 佐竹宏文, 井上啓史, 澤田耕治, 執印太郎 : MRI 診断が有用であった外傷性精巣破裂の 1 例. 泌紀 47 : 341-343, 2001
  - 22) 西村和重, 倉富一成, 平田祐二, 他 : 精巣外傷の診断と治療方針決定について : 7 症例の経験. 西日泌 57 : 757-761, 1995
  - 23) Wei Y, Yang J, Hong H, et al : Scrotoscopy exploration of testicular rupture : A pilot study. Medicine (Baltimore) 98 : e17389, 2019
  - 24) Powers R, Hurley S, Park E, et al : Usefulness of Preoperative Ultrasound for the Evaluation of Testicular Rupture in the Setting of Scrotal Gunshot Wounds. J Urol 199 : 1546-1551, 2018
  - 25) Churukanti GR, Kim A, Rich DD, et al : Role of Ultrasonography for Testicular Injuries in Penetrating Scrotal Trauma. Urology 95 : 208-212, 2016
  - 26) Ferguson GG, Brandes SB : Gunshot Wound Injury of the Testis : The Use of Tunica Vaginalis and Polytetrafluoroethylene Grafts for Reconstruction. J Urol 178 : 2462-2465, 2007



## CQ29 精巣破裂の外科的治療選択：温存か、摘除か？

- ・鈍的損傷による精巣破裂に対する早期の外科的処置は、虚血による精巣萎縮や感染症の合併症を避けられる可能性があり、デブリードメントと可能であれば精巣白膜の修復が推奨される。精巣白膜が一時的に閉じることができない場合には、精巣鞘膜フラップやグラフトが利用されることもある。修復できない状態であれば、精巣摘除術を行うべきである（推奨グレードC1）。
- ・穿通性外傷では、損傷の程度の把握、洗浄、出血のコントロールのために試験切開が必要であり、白膜損傷があれば、壊死組織の切除や白膜の修復を行う（推奨グレードC1）。

### 解 説

精巣損傷に対して以前は保存的加療が中心であったが、1980年代以降、早期手術が推奨されるようになってきた<sup>1~7)</sup>。保存的加療を行った23人中11人が、その後手術が必要になり5人に精巣摘除が必要になった(45%)のに対して72時間以内の早期手術を施行した43人では4人(9%)のみ精巣摘除が必要だったという報告<sup>1)</sup>、あるいは保存的加療を行った20人中8人がのちに手術が必要になり3人に精巣摘除が行われたのに対し、早期手術を行った19人で精巣摘除した症例はなかったとする報告<sup>2)</sup>などが根拠になっている。早期手術群は入院期間が短く社会復帰も早いとされている<sup>2, 7)</sup>。また、72時間以内の早期手術を行った10代の7人に対して平均4.9年のフォローアップ期間(1~9年)で精巣萎縮はなく、精液検査を行った5例では、術後6ヵ月で正常所見だったとの報告<sup>8)</sup>から、精巣機能の面からも有用性が示唆されている。精巣機能に関しては、精巣摘除群では健常対照群に比べて精子濃度の低下、FSH、LHの上昇が認められたが、精巣温存群では健常対照群に比べて差がなかったとする報告<sup>9)</sup>や精巣摘除群では、精液所見が悪化する可能性があるとの報告<sup>10)</sup>から、可能であれば精巣温存が望ましいと考えられる。

以上のような報告から、イギリスのエキスパートオピニオン<sup>11)</sup>では、鈍的損傷による大きな血腫や精巣破裂の場合には早期の手術を推奨し、血腫の増大や72時間の保存的加療で改善がみられない場合にも手術を推奨している。AUAのガイドライン<sup>5)</sup>でも、精巣破裂を疑う場合には迅速な手術を推奨している。早期の外科的処置は、虚血による精巣萎縮や感染症の合併症を避けられる可能性があり、デブリードメントと白膜修復が可能であれば推奨されるとしている。

しかしながら、最近では保存的治療が可能であったとする少数例の報告もある。11歳から14歳までの7人に保存的加療を行った結果、6ヵ月以上の経過で血腫は改善し、

精巣萎縮はなく膿瘍形成や感染もなかったとしている<sup>12)</sup>。鈍的損傷による精巣破裂37例に保存的加療したところ、4人のみ精巣萎縮がみられたものの精巣摘除も部分的な切除もなく精巣温存ができたという報告がある<sup>13)</sup>。

精巣白膜の一次的な修復ができない場合に、さまざまな修復方法の報告がある。遊離した精巣鞘膜をパッチにして充填する方法<sup>14, 15)</sup>や、有茎性の精巣鞘膜フラップを用いる方法が有効<sup>16~18)</sup>であるという報告がある。

ガンシヨットによる穿通性外傷でポリテトラフルオロエチレンのパッチを使用し、感染を起こし最終的に精巣摘除を行われた報告があり<sup>15)</sup>、使用すべきではないとされている。鈍的損傷では、ポリプロピレンメッシュによる修復術(N=8)と白膜修復術(N=8)を比較した研究で1年後の精巣サイズがポリプロピレンメッシュ群で有意に大きく、白膜修復群で2人に萎縮がみられたとする報告があり、いずれも感染などはみられなかったことからポリプロピレンメッシュの有用性が示唆されている<sup>19)</sup>。

穿通性外傷では、損傷程度の把握、洗浄、出血コントロールのために陰嚢試験切開が必要であり、白膜損傷があれば、壊死組織の切除や白膜の修復が必要といった報告がある<sup>5)</sup>。

#### …参考文献…

- 1) Cass AS : Testicular trauma. J Urol 129 : 299-300, 1983
- 2) Cass AS, Luxenberg M : Value of early operation in blunt testicular contusion with hematocele. J Urol 139 : 746-747, 1988
- 3) Buckley JC, McAninch JW : Diagnosis and management of testicular ruptures. Urol Clin North Am 33 : 111-116, 2006
- 4) Cass AS, Luxenberg M : Testicular injuries. Urology 37 : 528-530, 1991
- 5) Morey AF, Broghammer JA, Hollowell CMP, McKibben MJ, Souter L : Urotrauma Guideline 2020 : AUA Guideline. J Urol 205 : 30-35, 2021
- 6) Wang Z, Yang JR, Huang YM, et al : Diagnosis and management of testicular rupture after blunt scrotal trauma : a literature review. Int Urol Nephrol 48 : 1967-1976, 2016
- 7) Altarac S : Management of 53 cases of testicular trauma. Eur Urol 25 : 119-123, 1994
- 8) Pogorelić Z, Jurić I, Biočić M, et al : Management of testicular rupture after blunt trauma in children. Pediatr Surg Int 27 : 885-889, 2011
- 9) Lin WW, Kim ED, Quesada ET, Lipshultz LI, Coburn M : Unilateral testicular injury from external trauma : Evaluation of semen quality and endocrine parameters. J Urol 159 : 841-843, 1998
- 10) Tomomasa H, Oshio S, Amemiya H, et al : Testicular injury : Late results of semen analyses after uniorchiectomy. Arch Androl 29 : 59-63, 1992
- 11) Lucky M, Brown G, Dorkin T, et al : British Association of Urological Surgeons (BAUS) consensus document for the management of male genital emergencies - testicular trauma. BJU Int 121 : 840-844, 2018
- 12) Cubillos J, Reda EF, Gitlin J, Zelkovic P, Palmer LS : A conservative approach to testicular rupture in adolescent boys. J Urol 184 : 1733-1738, 2010
- 13) Redmond EJ, Mac Namara FT, Giri SK, Flood HD : Blunt testicular trauma - is surgical exploration necessary? Ir J Med Sci 187 : 1109-1113, 2018
- 14) Kapoor D, Leech J, Yap W : Use of tunica vaginalis patch graft for repair of traumatic testic-

- ular rupture. *Urology* 40 : 374-375, 1992
- 15) Ferguson GG, Brandes SB : Gunshot Wound Injury of the Testis : The Use of Tunica Vaginalis and Polytetrafluoroethylene Grafts for Reconstruction. *J Urol* 178 : 2462-2465, 2007
  - 16) Molokwu CN, Doull RI, Townell NH : A novel technique for repair of testicular rupture after blunt trauma. *Urology* 76 : 1002-1003, 2010
  - 17) Jian PY, Nelson ED, Roth DR : Use of a vascularized tunica vaginalis flap for repair of testicular rupture in a pediatric patient. *Urology* 79 : 1363-1364, 2012
  - 18) Damle RN, Lalikos JF, Aidlen JT, Ellsworth P : Tunica vaginalis pedicle flap for repair of ruptured testis : A single-center experience with four patients. *J Pediatr Urol* 13 : 519-522, 2017
  - 19) Tahtali IN, Halis F, Yildiz T, Gokce A, İlçe Z, Balabay MD : Comparison of Polypropylene Mesh and Primary Repair in the Treatment of Blunt Testicular Rupture. *Urol J* 13 : 2864-2868, 2016

## CQ30 陰茎切断の外科的治療選択：接合か，断端形成か？

切断された陰茎の保存状態がよければ，接合術をまず考慮する。血行再建を行わない単なる接合術は，皮膚や亀頭の壊死など合併症が高率に発生するため，可能であればマイクロサージェリーを用いた血行再建を伴う接合術が推奨される。理想的には，泌尿器科だけでなく救急医，マイクロサージェリーに習熟した専門医，精神科医と連携可能な施設で治療に当たることが望ましい。切断陰茎の保存状態に問題があるなど，接合術ができない何らかの理由がある場合は断端形成を選択する（推奨グレードC1）。

### 解説

陰茎切断の多くは，自傷行為によるものであり精神科的疾患を合併している頻度が高いと報告されている<sup>1~3)</sup>。陰茎切断の外科的治療は，大きく分けて断端形成術と陰茎接合術に分けられる。断端形成術は，陰茎部分切除術に準じて行われ，術式や術後管理も簡便であるが，整容性，性機能，あるいは陰茎短縮による排尿困難などの後遺症が問題となる。

陰茎接合術は，非マイクロサージェリーによる接合術とマイクロサージェリーによる血行再建を用いた接合術に分けられる。いずれの術式が優れているかというランダム化比較試験は存在せず，症例報告，症例シリーズでさまざまな術式とそのアウトカムについて少数例ずつ報告されているのが現状である。Liらは中国で行われた比較的多数の接合術を集計した。53例がマイクロサージェリー，44例が非マイクロサージェリー下で手術が施行され，勃起不全が14例，尿道狭窄が16例，尿道瘻が8例，皮膚壊死が58例，感覚異常が31例に生じたと報告している<sup>4)</sup>。また，Bhanganadaraらは，非マイクロサージェリー下での接合術14例を報告し，14例中13例に包皮あるいは亀頭の壊死が生じたと報告している<sup>5)</sup>。非マイクロサージェリー下の接合術では皮膚壊死・亀頭壊死以外にも瘻孔形成，尿道狭窄，感覚障害が高い確率で生じると報告されている<sup>3, 6)</sup>。マイクロサージェリーを用いた接合術は，1977年にTamaiら，Cohenらによって最初に報告された<sup>7, 8)</sup>。それ以後マイクロサージェリーによる血行再建の報告が散見され，整容的にも機能的にも優れた結果が報告されている<sup>6, 9)</sup>。血行再建の具体的な方法については，陰茎背動静脈と陰茎背神経をマイクロサージェリー下で吻合することが推奨されている<sup>3, 9, 10)</sup>。海綿体内にある陰茎深動脈の縫合の必要性に関しては議論がある。陰茎深動脈の吻合により，手術（虚血）時間の延長や陰茎海綿体の線維化が生じるなど，アウトカムにむしろマイナスの影響がある可能性を指摘されている<sup>6, 11)</sup>。Morrisonらは，74文献，106人の患者をレビューし，多変

量解析を行った。陰茎背動脈の吻合を行ったことと陰茎背神経の吻合本数の多いことが、性機能、排尿機能、皮膚の感覚を含む良好なアウトカムと関連したが、陰茎深動脈の吻合はアウトカムと関連しなかったと述べている<sup>6)</sup>。

わが国での術式選択に関しては、米田らが2012年までの36例を集計し、接合術が7例であったと報告している<sup>12)</sup>。そのうちマイクロサージェリーを用いた接合術は5例であり、精神科的疾患を理由に断端形成されている報告が多い。しかし文献的には精神科的疾患があっても接合術を積極的に行うべきとされる<sup>11)</sup>。

切断陰茎の保存方法は、切断指趾と同様に、よく洗浄した後生理食塩水で湿らせたガーゼで包み、ビニール袋に入れて切断陰茎が直接氷に触れないようにし、約4℃の氷水につけて保存するとよいとされる<sup>3, 9, 13)</sup>。

阻血時間の上限に決まったものはないが、23時間の阻血（温阻血15時間、冷阻血8時間）で接合術が成功した報告もあり<sup>14)</sup>、24時間以内ならマイクロサージェリー下での接合術を試みるべきと報告されている<sup>13)</sup>。

陰茎接合術の良好な結果には、術式以外にも損傷の程度、損傷の様式（粉碎、裂傷、切開）、温冷阻血の時間、手術チームの経験など多くの要因が寄与しているとされる<sup>3, 15)</sup>。本疾患への対応は、泌尿器科だけでは困難で、救急医、マイクロサージェリーの専門家、精神科医などのチーム診療体制が整っている高度医療機関での治療が推奨されている<sup>2, 13, 16, 17)</sup>。もし高度医療機関への搬送が困難な場合には、マイクロサージェリーにこだわらず接合術を試みることは許容される。接合術ができない何らかの問題がある場合は断端形成を選択するが、もし一期的接合術ができなかった場合、後日前腕フリーフラップを用いた陰茎形成術を施行したという報告も見受けられる<sup>9, 18)</sup>。

#### …参考文献…

- 1) Veeder TA, Leo RJ : Male genital self-mutilation : a systematic review of psychiatric disorders and psychosocial factors. *Gen Hosp Psychiatry* 44 : 43-50, 2017
- 2) Furr J, Culkin D : Injury to the male external genitalia : a comprehensive review. *Int Urol J Nephrol* 49 : 553-561, 2017
- 3) Babaei AR, Safarinejad MR : Penile replantation, science or myth? A systematic review. *Urol J* 4 : 62-65, 2007
- 4) Li GZ, Man LB, He F, Huang GL : Replantation of amputated penis in Chinese men : a meta-analysis. *Zhonghua Nan Ke Xue* 19 : 722-726, 2013
- 5) Bhangnada K, Chayavatana T, Pongnumkul C, et al : Surgical management of an epidemic of penile amputations in Siam. *Am J Surg* 146 : 376-382, 1983
- 6) Morrison SD, Shakir A, Vyas KS, et al : Penile Replantation : A Retrospective Analysis of Outcomes and Complications. *J Reconstr Microsurg* 33 : 227-232, 2017
- 7) Tamai S, Nakamura Y, Motomiya Y : Microsurgical replantation of a completely amputated penis and scrotum : case report. *Plast Reconstr Surg* 60 : 287-291, 1977
- 8) Cohen BE, May JW Jr, Daly JS, Young HH : Successful clinical replantation of an amputated penis by microneurovascular repair. Case report. *Plast Reconstr Surg* 59 : 276-280, 1977
- 9) Virasoro R, Tonkin JB, McCammon KA, Jordan GH : Penile Amputation : Cosmetic and Functional Results. *Sex Med Rev* 3 : 214-222, 2015
- 10) Li GZ, He F, Huang GL, Man LB, Liu K, Shen YM : Penile replantation : report of two cases and review of the literature. *Chin J Traumatol* 16 : 54-57, 2013

- 11) Landström JT, Schuyler RW, Macris GP : Microsurgical penile replantation facilitated by postoperative HBO treatment. *Microsurgery* 24 : 49-55, 2004
- 12) 米田傑, 金城孝則, 種田建史, 他 : 自傷による陰茎切断の3例. *泌紀* 58 : 621-623, 2012
- 13) Shukla CJ, Brown G, Dorkin T, et al : British Association of Urological Surgeons (BAUS) consensus document for the management of male genital emergencies - penile amputation. *BJU Int* 121 : 699-702, 2018
- 14) Henry N, Bergman H, Foong D, Filobbos G : Successful penile replantation after complete amputation and 23 hours ischaemia time : the first in reported literature. *BMJ Case Rep* 13 : e234964, 2020
- 15) Biswas G : Technical considerations and outcomes in penile replantation. *Semin Plast Surg* 27 : 205-210, 2013
- 16) Raheem OA, Mirheydar HS, Patel ND, Patel SH, Suliman A, Buckley JC : Surgical management of traumatic penile amputation : a case report and review of the world literature. *Sex Med* 3 : 49-53, 2015
- 17) Djordjevic ML, Bizic M, Stojanovic B, et al : Outcomes and special techniques for treatment of penile amputation injury. *Injury* 50S5 : S131-S136, 2019
- 18) Falcone M, Garaffa G, Raheem A, Christopher NA, Ralph DJ : Total Phallic Reconstruction Using the Radial Artery Based Forearm Free Flap After Traumatic Penile Amputation. *J Sex Med* 13 : 1119-1124, 2016

## 泌尿器外傷診療ガイドライン2022年版

定価（本体 3,800 円＋税）

2022 年 8 月 20 日 第 1 版（2022年版）発行

編 集 日本泌尿器科学会

発行者 鈴木 文治

発行所 医学図書出版株式会社

〒113-0033 東京都文京区本郷 2-29-8 大田ビル

電話 03（3811）8210（代）

FAX 03（3811）8236

<http://www.igakutosho.co.jp>

© 日本泌尿器科学会，2022

ISBN978-4-86517-487-8

・  <（社）出版者著作権管理機構 委託出版物 >

本書の無断複写は著作権法上での例外を除き禁じられています。複写される場合は、そのつど事前に（社）出版者著作権管理機構（電話 03-5244-5088，FAX 03-5244-5089，e-mail：info@jcopy.or.jp）の許諾を得てください。

小社は捺印または貼付紙をもって定価を変更いたしません。  
乱丁、落丁のものはお買上げ書店または小社にてお取り替えいたします。



9784865174878



1923047038005

ISBN978-4-86517-487-8

C3047 ¥3800E

定価 4,180 円(本体 3,800 円+税 10%)