



Disponible en ligne sur

**ScienceDirect**  
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France

**EM|consulte**  
www.em-consulte.com



# Traumatismes du parenchyme rénal et recommandations générales de traumatologie

*Renal Parenchyma Trauma and General Trauma Recommendations*

J.-A. Long<sup>a,b,\*</sup>, R. Boissier<sup>c</sup>, P.-H. Savoie<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Centre hospitalier universitaire de Grenoble, 38043 Grenoble cedex 9, France

<sup>b</sup> TIMC-IMAG, CNRS 5525, La Tronche cedex 9, France

<sup>c</sup> Assistance publique des hôpitaux de Marseille, CHU La Conception, 13005 Marseille, France

<sup>d</sup> Hôpital d'instruction des Armées Sainte-Anne, BP 600, 83800 Toulon cedex 09, France

## MOTS CLÉS

Traumatologie ;  
Rein ;  
Traitement  
conservateur ;  
Damage control

## Résumé

**Introduction.** – Parmi les urgences traumatologiques, les atteintes rénales sont peu fréquentes. L'urologue est fréquemment en 2<sup>e</sup> ligne dans la prise en charge de patients fréquemment poly-traumatisés. Une connaissance des prises en charge est nécessaire pour pouvoir intégrer les équipes dans une démarche à la fois vitale dans le cadre du damage control et un souci de conservation parenchymateuse.

**Méthodes.** – Une revue systématique de la littérature a été effectuée en utilisant la base Medline afin de dégager les articles les plus pertinents en langue anglaise et française.

**Résultats.** – Les traumatismes du rein surviennent soit par un choc direct, soit par un mécanisme de décélération. Ils sont classés par gravité selon la classification de l'AAST. La prise en charge est conservatrice sur l'unité rénale en évitant une chirurgie et en contrôlant le saignement par embolisation artérielle. La surveillance vérifie l'absence de complications pour les traumatismes de haut grade. À part, la dissection traumatique de l'artère rénale, de mauvais pronostic fonctionnel nécessitant un délai de prise en charge en dessous de 4 h.

**Conclusion.** – Le pronostic d'un traumatisme du rein, tout grade confondu, est actuellement bon sous réserve d'avoir un accès à un plateau technique permettant une réanimation efficace et une embolisation en cas de saignement.

© 2021 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : [jalong@chu-grenoble.fr](mailto:jalong@chu-grenoble.fr) (J.-A. Long).

**KEYWORDS**

Trauma;  
Kidney;  
Conservative  
management;  
Damage control

**Summary**

*Introduction.* – Among trauma emergencies, kidney damage is uncommon. The urologist is frequently on the second line in the management of patients with multiple traumatic lesions. Knowledge of treatment is necessary to be able to integrate the different teams involved in an approach that is both vital in the context of damage control and functional with a concern for parenchymal preservation.

*Methods.* – A systematic review of the literature was carried out using the Medline database in order to identify the most relevant articles in English and French.

*Results.* – Kidney trauma occurs either by direct shock or by a deceleration mechanism. They are classified by severity according to the AAST classification. Management is mostly conservative by avoiding surgery and controlling bleeding by arterial embolization. Surveillance checks for complications occurrence in high-grade trauma. Traumatic dissection of the renal artery, with a poor functional prognosis requires a short delay before treatment.

*Conclusion.* – The prognosis for trauma to the kidney, regardless of the grade, is currently good, with improvements of effective resuscitation and embolization in the event of bleeding.

© 2021 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

**Introduction**

La traumatologie est la sixième cause de décès dans le monde, représentant 10 % de toutes les causes de décès. Elle représente environ cinq millions de décès chaque année et occasionne un handicap pour des millions d'autres [1]. Environ la moitié de tous les décès dus à un traumatisme concernent des personnes âgées de 15 à 45 ans. Le traumatisme est d'ailleurs la principale cause de décès dans cette tranche d'âge [2].

Les décès par traumatisme sont deux fois plus fréquents chez les hommes, en particulier dans les accidents de la voie publique (AVP) et les actes de violence. La traumatologie en général est donc un grave problème de santé publique avec des coûts sociaux et économiques importants. Des variations significatives existent dans les causes et les effets des traumatismes entre zones géographiques et entre pays à revenu faible, intermédiaire et élevé. Il est démontré que l'abus d'alcool et de drogues augmente le taux de lésions traumatiques en augmentant les accidents de la voie publique et les violences corporelles [3].

Dans le domaine de la traumatologie, la plupart des publications reposent sur des séries rétrospectives et les essais randomisés à fort niveau de preuve sont pratiquement inexistantes. Pour autant, l'étude de séries rétrospectives et l'ajout de vastes cohortes en particulier françaises orientent la thérapeutique vers une évaluation des lésions précoces et une prise en charge conservatrice.

La prise en charge en traumatologie rénale a suivi les grands principes de la traumatologie viscérale et l'amélioration du pronostic a bénéficié des progrès de la prise en charge en réanimation [2].

**Distinction et classification des traumatismes**

Les blessures traumatiques sont classées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) en intentionnelles (soit liées

à des violences entre personnes, liées à la guerre ou auto-infligées) ou involontaires (principalement les AVP, les chutes et autres accidents domestiques). Les traumatismes intentionnels représentent environ la moitié des décès liés aux traumatismes dans le monde.

Dans la pratique urologique et dans notre pays, les lésions pénétrantes et liées à des actes intentionnels restent marginales. Elles sont potentiellement létales par les associations lésionnelles, fréquemment observées dans les traumatismes pénétrants du tronc.

Une particularité de lésion non intentionnelle est la lésion iatrogène qui survient au cours de procédures de diagnostic diagnostiques et thérapeutiques. Ces dernières sont particulièrement fréquentes dans la traumatologie urétérale.

Comme énoncé précédemment, les traumatismes sont classés selon le mécanisme de la blessure en traumatisme pénétrant, lorsque la peau est franchie ou en traumatisme fermé.

Lorsque le traumatisme est pénétrant, il est également classé en fonction de la vitesse du projectile en :

- projectiles à haute vitesse (balles de fusil, armes de guerre – 800–1000 m/s) ;
- projectiles à vitesse moyenne (balles d'arme de poing – 200–300 m/s) ;
- projectiles de faible vitesse avec majoritairement les armes blanches.

Un projectile qui traverse un milieu homogène provoque sur son trajet un tunnel d'attrition, appelé « cavité permanente », ou « crushing area ». Les tissus y sont broyés et irréversiblement détruits. Ce trajet se décompose en une première partie rectiligne, le « neck », correspondant au trajet au cours duquel le projectile a conservé sa direction et sa disposition initiales. La deuxième partie, un peu plus large, correspond à la zone où la balle a basculé. De part et d'autre de la cavité permanente se crée une zone lésionnelle temporaire, par un mécanisme d'étirement et de refoulement tissulaire très brutal qui est lié aux mouvements de déstabilisation du projectile. Cette zone lésionnelle est appelée

cavité temporaire (stretching area). La distance au terme de laquelle le projectile bascule est spécifique d'une arme et d'une munition donnée. La forme et l'importance de la cavité temporaire dépendent de l'énergie du projectile, de son instabilité et des propriétés élastiques du milieu traversé. Bien que sa taille puisse atteindre plus d'une dizaine de centimètres de diamètre pour les projectiles les plus rapides, les tissus repoussés et comprimés n'en sont pas pour autant obligatoirement nécrosés, et la notion classique de parage extensif de la cavité temporaire doit être oubliée.

Ainsi, les armes propulsant des projectiles à grande vitesse infligent des dégâts plus importants en raison d'un tunnel d'attrition bien plus large que le diamètre du projectile, avec un trajet aléatoire et plus délabrant.

Dans les blessures par agent à faible vitesse, les dommages se limitent généralement au passage de l'agent vulnérant.

Les explosions sont beaucoup plus complexes associant par l'effet de blast à la fois une multitude de traumatismes fermés et pénétrants à des brûlures.

Le système de classification le plus couramment utilisé est l'AAST (American Association for the Surgery of Trauma). Cette classification est utile particulièrement dans la gestion des traumatismes du rein [4]. Pour l'uretère, les lésions sont généralement décrites par leur site anatomique et leur gravité (partielle/complète) [5,6].

## Bases thérapeutiques de prise en charge d'un patient traumatisé

### Prise en charge en centres de gros volumes pour les traumatismes de haut grade ( $\geq 3$ )

L'expérience du centre et son caractère pluridisciplinaire est un élément important dans l'amélioration du pronostic d'un patient polytraumatisé. Les lésions urologiques surviennent fréquemment dans un contexte de polytraumatismes où la lésion urologique n'est pas forcément l'élément prépondérant du pronostic. L'urologue doit alors prendre sa place au sein des consultants et attendre le moment propice à un éventuel geste en habile intelligence avec les autres praticiens [7].

Les leçons apprises des centres civils de traumatologie en particulier de niveau 3 aux États-Unis, les conflits militaires et les événements terroristes faisant un grand nombre de victimes ont conduit à de nombreux progrès en traumatologie. Ces derniers sont le damage control et la centralisation des traumatismes vers les trauma center bénéficiant d'équipes de traumatologie dédiées [8]. La réorganisation des soins dans ces centres a montré une réduction la mortalité de 25 % et de la durée du séjour de 4 jours [8].

### Damage Control

Le concept de damage control recouvre une stratégie de prise en charge du choc hémorragique centrée sur une chirurgie de sauvetage minimaliste associée à une réanimation périopératoire [9].

La prévention de la coagulopathie est devenue l'enjeu prioritaire de la prise en charge. Les modalités de la

réanimation initiale, lors de la phase dite *damage control ground zero*, ont été redéfinies : lutte contre l'hypothermie, techniques de contrôle du saignement, équilibre entre le concept d'hypotension permissive et l'emploi précoce de vasopresseurs [10].

De manière plus pratique, la première des trois phases consiste en un contrôle rapide de l'hémorragie et de la contamination des plaies. La deuxième phase implique une réanimation en unité de soins intensifs, dans le but de rétablir une température et une coagulation normales ainsi qu'une bonne oxygénation tissulaire.

La dernière étape implique une chirurgie définitive de reconstruction effectuée chez un patient stabilisé.

L'urologue doit être au courant de ces différentes phases et ne pas interrompre cette procédure de Damage Control en effectuant une intervention trop longue pouvant altérer cette stratégie. Les principes de préservation des organes, chers aux urologues dans leur pratique courante peuvent être envisagés dans cette 3<sup>e</sup> phase.

## Particularités des traumatismes du parenchyme rénal

### Introduction et mécanismes de ces traumatismes

Les traumatismes du rein représentent 1 à 5 % de l'ensemble des traumatismes. Ils touchent principalement l'homme (sex ratio : 3/1) [11]. L'incidence dans la population générale est de 4,9/100 000 [12]. La plupart des traumatismes du rein peut être traités de manière conservatrice [13]. À l'opposé certaines lésions sévères engagent le pronostic vital, justifiant un traitement chirurgical en urgence.

Il faut différencier les traumatismes fermés qui représentent 90 % des cas des traumatismes pénétrants. Les traumatismes fermés du rein sont secondaires le plus souvent à des accidents du travail ou de la circulation ; les mécanismes (impact direct, décélération), et les circonstances de ces traumatismes (accidents de la circulation, du travail, chute, ...) entraînent des lésions variables du parenchyme rénal ou des vaisseaux. Les chocs directs entraînent des fractures parenchymateuses. Les traumatismes par décélération entraînent des lésions pédiculaires (dissection traumatique, rares arrachements) ou des avulsions de la jonction pyélo-urétérale.

En cas de traitement conservateur, l'évolution des traumatismes pénétrants est plus aléatoire que celle des traumatismes fermés.

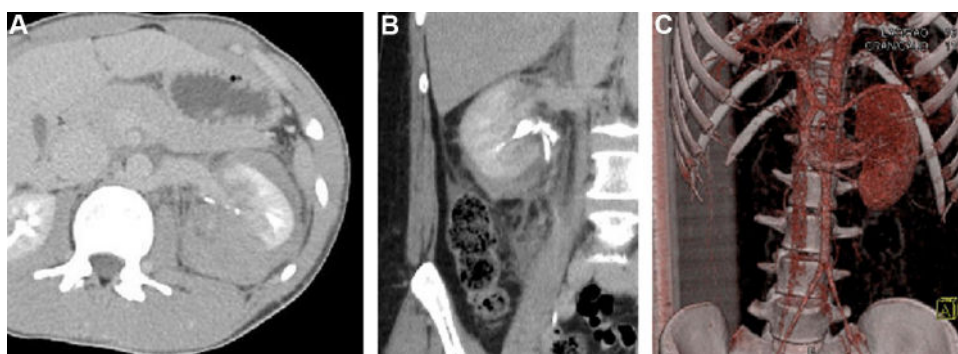
Le diagnostic est réalisé sur l'imagerie. Sur le plan thérapeutique, les traitements conservateurs sont la règle.

### Classification

Bien que la littérature propose 26 classifications différentes, la classification la plus utilisée dans le monde en cours est celle de l'American Association for Surgery of Trauma (AAST) [4]. Cette classification repose sur les données d'un scanner abdominopelvien injecté avec 4 temps (Tableau 1). Un traumatisme de haut grade correspond à un grade 4 ou 5. Un traumatisme bilatéral augmente le grade de 1 jusqu'à 3.

**Tableau 1** Classification de sévérité des traumatismes du rein (AAST).

Grade	Description
1	Contusion ou hématome sous-capsulaire Pas de fracture
2	Hématome périrénal, fracture parenchymateuse < 1 cm de profondeur Pas d'extravasation urinaire
3	Fracture parenchymateuse > 1 cm de profondeur Pas d'extravasation urinaire
4	Fracture parenchymateuse atteignant le système collecteur ou vasculaire : extravasation urinaire/dévascularisation partielle du rein/atteinte de l'artère rénale et/ou de la veine rénale avec hémorragie contenue
5	Rein détruit, parenchyme totalement dévascularisé ne se rehaussant pas après injection de produit de contraste ou atteinte pédiculaire (dissection traumatique ou avulsion)



**Figure 1.** Classification AAST des traumatismes du rein. A : Grade III, B : Grade IV (extravasation urinaire au temps tardif), C : rein muet (Grade V par dissection traumatique du tronc de l'artère rénale).

Les traumatismes mineurs sont de grade 1 à 3. Les Grade 3 peuvent tout de même nécessiter un support transfusionnel et une embolisation malgré leur apparente bénignité et leur faible impact fonctionnel.

Différentes tentatives ont tenté de diviser le grade 4 en grade 4a (faible risque de recours chirurgical) et 4b (à risque de recours important), basé sur la taille de l'hématome, la complexité des lésions parenchymateuses, les atteintes vasculaires et l'interruption complète de la jonction pyélo-urétérale. Toutefois, la classification reste depuis ses débuts dans sa forme initiale et est l'outil le plus fiable pour évaluer le risque de néphrectomie et/ou de réparation du rein traumatisé [14]. Elle est aussi un outil prédictif de la morbidité post traumatique, et de la mortalité après tout type de traumatisme fermé (Fig. 1).

### Diagnostic clinique

Lorsque les patients sont conscients, l'interrogatoire du blessé permet de préciser les éléments pronostiques importants : heure précise de l'accident, circonstances de l'accident, mécanismes lésionnels, recherche d'une décélération, recherche d'antécédents rénaux (pathologies congénitales rénales, hydronéphrose, rein unique...), ou d'autres antécédents qui peuvent avoir un impact péjoratif sur l'évolution.

La notion d'une stabilité hémodynamique, lors de la prise en charge initiale, ou du suivi post-traumatique immédiat, est un critère pronostic fondamental ; le choc hémodynamique est défini par une pression systolique

inférieure à 90 mm Hg lors de l'évaluation ou du monitoring du patient, associée ou non à des signes cliniques de déglobulisation.

L'examen clinique recherchera des signes en faveur d'une plaie pénétrante, une contusion de la région lombaire, une ecchymose, une hématurie, une distension abdominale, une masse ou une contracture abdominale, une hématurie macroscopique, et lorsque le patient est conscient, l'importance de la douleur lombaire.

### Place de la bandelette urinaire

L'utilisation d'une bandelette urinaire à la recherche d'une hématurie microscopique est peu déterminante. Le taux de faux négatifs est évalué entre 3 et 10 % (traumatismes pédiculaires et de la jonction pyélo-urétérale [15].

La présence d'une hématurie microscopique est en général présente dans un traumatisme rénal toutefois en l'absence de signe clinique évocateur, une imagerie n'est pas nécessaire. Un simple impact lombaire suffit à occasionner une hématurie microscopique. L'importance d'une hématurie n'est pas suffisamment sensible ou spécifique pour permettre de différencier les traumatismes mineurs des traumatismes majeurs [16].

### Indications d'imagerie chez l'adulte

Les critères pour réaliser une imagerie rénale chez l'adulte dans un contexte traumatique reposent sur les données

**Tableau 2** Indications d'imagerie.

Grade	Recommandations
A	Les patients avec une hématurie macroscopique ainsi que ceux avec une hématurie microscopique associée une hypotension (< 90 mmHg) devraient avoir une imagerie
B	L'évaluation radiologique est recommandée pour les traumatismes avec décélération et les patients présentant des lésions associées
A	Tous les patients avec une hématurie macroscopique au cours d'un traumatisme pénétrant thoracique ou abdominal nécessitent une imagerie rénale
C	L'échographie peut être utile dans l'évaluation initiale des poly traumatismes en salle de déchocage et dans le suivi. Toutefois le scanner est la modalité d'imagerie recommandée
A	Le scanner avec injection de produit de contraste est le meilleur examen pour le diagnostic et l'évaluation initiale des patients stables hémodynamiquement
C	Les malades instables bénéficiant d'une chirurgie en urgence nécessitent un cliché d'urographie intraveineuse sur table (2 mg/kg de produit de contraste)
B	L'artériographie permet une embolisation endovasculaire

de l'examen clinique et les mécanismes du traumatisme (Tableau 2) :

- les adultes qui présentent une hématurie microscopique sans signe de choc après un traumatisme fermé abdominal ne justifient pas d'une imagerie systématique par scanner. À l'opposé, les patients présentant un traumatisme dans un contexte de décélération rapide justifient un scanner en urgence pour éliminer un traumatisme vasculaire isolé ;
- chaque fois que l'on suspecte cliniquement un traumatisme rénal, une imagerie adaptée doit être pratiquée quel que soit le degré de l'hématurie ;
- au total, les indications d'un bilan radiologique sont essentiellement représentées par [17] :
  - l'hématurie macroscopique ;
  - l'état hémodynamique précaire ;
  - l'hématurie microscopique post-traumatique en cas de :
    - lésion de décélération (crainte d'une dissection pédiculaire),
    - lésions associées,
    - traumatisme pénétrant.

### Quel bilan radiologique

Tomodensitométrie avec injection de produit contraste, et clichés aux temps artériel, veineux, parenchymateux et excrétoire quel que soit l'âge du patient. C'est l'examen de référence des patients stables avec un traumatisme du rein. Le scanner est plus sensible et plus spécifique que l'urographie intraveineuse, que l'échographie ou l'angiographie. Le scanner est particulièrement intéressant pour évaluer les traumatismes sur des reins pathologiques. L'injection intraveineuse de produit de contraste est indispensable. Les limites de l'interprétation du scanner sont essentiellement liées à l'analyse des lésions de la veine rénale. Néanmoins l'utilisation des scanners modernes multibarrettes permet la reconstruction précise des lésions parenchymateuses et vasculaires. Les lésions urétérales peuvent être identifiées au scanner sous réserve d'obtenir des clichés tardifs.

L'urographie intra veineuse sur table opératoire (injection IVD de 2 ml/kg de produit de contraste iodé type

Omnipaque®, Optiray® (faible osmolarité) suivi d'un cliché de face unique à 10') peut être utilisée dans les situations d'instabilité hémodynamique sans possibilité d'imagerie préopératoire malgré les difficultés de sa mise en œuvre avec un amplificateur de brillance et du risque allergique. Son rendement diagnostique reste faible sur un rein de choc ou hypoperfusé mais elle permet de s'assurer de l'existence d'un rein fonctionnel controlatéral, élément décisionnel majeur dans la perspective d'une éventuelle néphrectomie d'hémostase.

L'échographie peut représenter un examen de débrouillage en salle de déchocage (Fast écho) utile pour orienter de manière rapide des patients qui justifient d'une exploration approfondie. Toutefois, elle doit être couplée à un doppler pour éliminer une atteinte pédiculaire. L'échographie de contraste est un examen plus sensible que l'échographie standard pour détecter la présence de lésions rénales. Un autre intérêt de l'échographie réside dans son utilisation chez des patients stables pour vérifier la résolution de l'hématome rétro péritonéal.

L'artériographie : dans le cadre du diagnostic lésionnel, l'angiographie a une place uniquement en cas de rein muet ; les étiologies vasculaires d'un rein muet sont représentées par les avulsions totales des vaisseaux rénaux (risque vital), les thromboses complètes de l'artère rénale, et les contusions sévères avec spasme vasculaire majeur. L'artériographie peut aussi être réalisée immédiatement après le scanner dans le cadre d'une prise en charge interventionnelle, pour permettre l'embolisation sélective d'un saignement et une angioplastie couplée à la mise en place d'une endoprothèse de recanalisation d'une thrombose artérielle traumatique.

L'IRM n'a pas de place dans les traumatismes du rein, sauf si l'évaluation par scanner n'est pas possible.

La scintigraphie rénale permet une évaluation à distance de la fonction résiduelle. Elle n'est pas utilisée en urgence.

### Traitement

Les modalités de traitement varient en fonction du caractère fermé ou pénétrant. La prise en charge est résumée sur les Fig. 2 et 3.

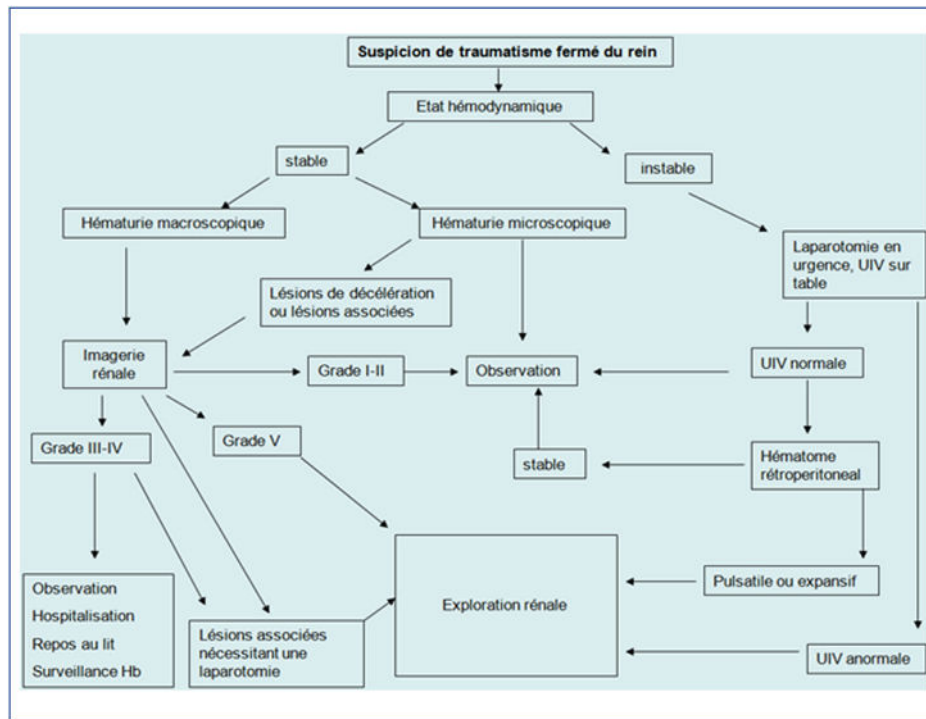


Figure 2. Algorithme de prise en charge d'un traumatisme fermé.

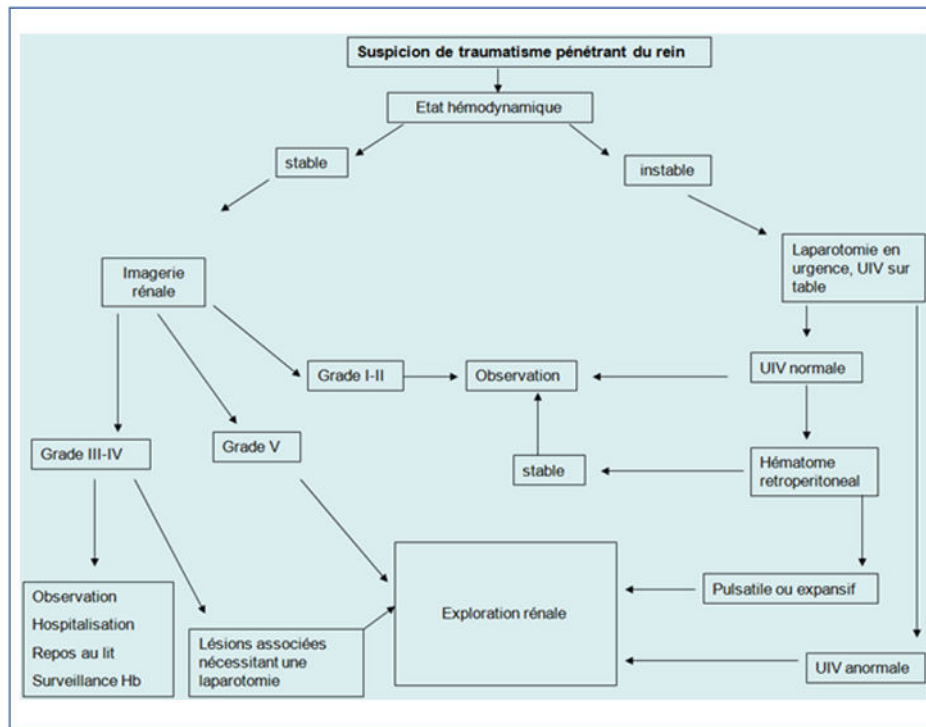


Figure 3. Algorithme de prise en charge d'un traumatisme pénétrant.

### Traitements non-opératoires (Tableau 3)

Cette approche à visée conservatrice associe le repos au lit, une hydratation, une surveillance clinique et radiologique régulière. Cette approche est associée à une diminution de

la réalisation de néphrectomie, sans augmentation de la morbidité immédiate ou à long terme..

En pratique, cette prise en charge conservatrice est proposée [18] :

- pour tous les traumatismes de bas grade (I–II) ;

**Tableau 3** Recommandations de traitement.

Grade	Recommandations
B	Les patients avec un traumatisme rénal fermé de grade I–IV stables devraient être traités par surveillance avec repos au lit, antibioprophylaxie et monitoring constant des fonctions vitales jusqu'à disparition de l'hématurie.
B	Les traumatismes pénétrants par arme blanche ou par arme à feu de faible vitesse de grade I à III devraient être traités par surveillance après un bilan complet.
B	Les indications d'exploration chirurgicale sont l'instabilité hémodynamique, l'exploration de lésions associées, un hématome pulsatile et rapidement expansif identifié lors d'une laparotomie, un traumatisme de grade V hémorragique.
B	Un traitement conservateur et une reconstruction parenchymateuse devraient être envisagés chez un patient dont le saignement a été contrôlé.
B	L'embolisation radiologique est indiquée chez les patients présentant un saignement actif.

- pour la plupart des traumatismes fermés de grade III sans lésions associées abdominales ; les traumatismes ouverts relèvent le plus souvent d'une exploration chirurgicale ;
- en cas de prise en charge conservatrice d'un traumatisme fermé, le suivi repose sur :
  - Une surveillance clinique avec repos au lit jusqu'à l'arrêt de l'hématurie,
  - En cas de reprise du saignement une embolisation radiologique suprasélective endovasculaire doit se discuter,
  - L'apparition d'un état fébrile, d'une baisse de l'état général, ou de signes cliniques abdominaux doit faire évoquer la possibilité de lésions associées méconnues, ou de complications d'un urinome,
  - Un contrôle par imagerie précoce est recommandé. Le délai est peu clair (entre 2 et 5 jours). Cependant, le bénéfice de ces scanners itératifs chez des patients dont l'évolution clinique est stable et favorable n'a jamais été complètement prouvé,
  - Le suivi à long terme recherche une hypertension réno-vasculaire ;
- haut grade (IV–V) [13,19] :
  - le traitement conservateur est l'objectif,
  - une extravasation urinaire peut nécessiter une dérivation urétérale en cas de caillotage de la voie excrétrice et de sepsis (voir article dédié à la prise en charge des traumatismes de la voie excrétrice),
  - le saignement peut être géré par embolisation,
  - une dissection traumatique de l'artère rénale nécessite une prise en charge dans les 5 heures (voir chapitre dédié) ;
- facteurs prédictifs d'échec du traitement conservateur.

Bien qu'il ne soit pas recommandable de réaliser une chirurgie dans l'urgence, compte tenu du risque hémorragique, une néphrectomie de propreté une fois le cap hémorragique passé peut se justifier. Il n'existe aucune preuve solide de l'intérêt systématique d'une telle approche. De notre avis, l'évolution clinique est le critère prépondérant dans le recours à un traitement chirurgical par néphrectomie.

Différents facteurs pronostiques sont ressortis [18,20–22] :

- grade V AAST ;
- instabilité hémodynamique ;
- mécanisme de décélération ;

- pourcentage de dévascularisation parenchymateuse >50 % ;
- hémorragie active à l'admission avec anémie ;
- échec de l'embolisation ;
- présence de lésions associées ;
- importance de l'hématome périrénal (> 12 cm) ;
- transfusion plaquettaire.

### Traitement chirurgical

#### Indications

La décision est exceptionnelle de nos jours et repose essentiellement sur des données cliniques. Le taux d'exploration dans les traumatismes fermés est inférieur à 5 %. Le but de la prise en charge est de contrôler l'hémorragie ou le sepsis. La conservation rénale n'est plus une priorité dans ces cas et une approche en damage control est souhaitable [13].

Sont considérées comme des indications absolues : l'instabilité hémodynamique avec risque vital engagé qui justifie une exploration abdominale quel que soit le mécanisme du traumatisme, et les traumatismes vasculaires hémorragiques de grade V.

Les traumatismes ischémiques du rein par dissection traumatique seront abordés plus loin.

Les traumatismes parenchymateux de grade V peuvent bénéficier d'une chirurgie différée en cas d'évolution clinique défavorable. Lorsqu'une néphrectomie est nécessaire, un délai de 3 à 5 jours permet une réduction du saignement opératoire.

#### Technique

##### Voie d'abord

En cas de laparotomie en urgence, une laparotomie médiane est recommandée car elle permet une exploration de toute la cavité abdominale. Dans la prise en charge de complications septiques différées, une voie d'abord sous-costale peut également être envisagée.

##### Contrôle vasculaire

Le contrôle vasculaire premier peut être obtenu :

- en abordant directement l'aorte, médialement par rapport à la veine mésentérique inférieure ou en clampant en bloc le pédicule rénal après être remonté le long du psoas et en contrôlant temporairement le pédicule vasculaire avant l'ouverture du fascia de Gerota. Cette technique est consommatrice de temps peu propice à une attitude de Damage Control et plus adaptée en cas de lésion rénale

isolée dans l'optique d'une chirurgie conservatrice. Cette situation est devenue exceptionnelle au vu des succès de l'attitude non-opératoire que ce soit en termes de contrôle des saignements par l'embolisation et la faculté de réparation des traumatismes de la voie urinaire [23] ;

- en ouvrant directement le fascia de Gerota et en allant chercher le pédicule au doigt dans les tissus disséqués par l'hématome. Le clampage est effectué aux doigts avant la mise en place d'un clamp. L'avantage est un gain de temps au prix de pertes sanguines importantes. Le profil des patients opérés à l'heure actuelle s'inscrit plus dans cette approche.

À droite, le cheminement est univoque et comprend :

- ouverture du fascia de Toldt droit, décollement de l'angle colique droit, section du ligament colo-cholécystoduodénal ;
- passage rapide et manuel en arrière du rein, le long du psoas. Cette manœuvre, rapidement faite, permet de mieux délimiter l'organe et permet un degré de compression parenchymateuse ;
- décollement du bloc duodéno pancréatique jusqu'à la veine cave inférieure (manœuvre de Kocher) ;
- contrôle de la veine rénale, superficielle au sein du pédicule (courte mais sans branche). Le pédicule peut être clampé en masse ;
- contrôle de l'artère (si possible par lacs ou ligature d'emblée).

À gauche, il existe deux options d'approche.

#### *Latérale*

- Ouverture du fascia de Toldt gauche, décollement de l'angle ou du bloc spléno pancréatique avec le colôn.
- Passage manuel en arrière du rein, le long du psoas.
- Décollement du colôn gauche jusqu'au pédicule.
- Contrôle de la veine en premier, permettant de la récliner sur lacs.
- Contrôle de l'artère (si possible par lacs, ou ligature d'emblée).

#### *Médiale*

- Mise en tension de l'angle de Treitz, section du muscle de Treitz.
- Section longitudinale du péritoine pariétal postérieur sur le bord gauche du relief aortique (sur 10 cm).
- Section entre ligatures de la veine mésentérique inférieure qui permet de mobiliser l'angle duodéno-jéjunal.
- Repérage de la veine rénale gauche dans son segment pré aortique, dans sa portion sans branche collatérale.
- Contrôle de l'artère sous-jacente.

#### *Quel geste ?*

En cas de volumineux hémorétropéritoine contenu, l'ouverture du rétropéritoine est déconseillée pour éviter une perte rénale. Un tamponnement périrénal est une alternative validée.

Une néphrectomie totale est majoritairement faite dans ces situations d'urgence chez des patients instables.

En présence d'un saignement persistant par une plaie du rein avec effraction du fascia de Gerota, une fermeture de la loge ou une compression par un champ abdominal dans le cadre d'une laparotomie écourtée est une option valide. Un deuxième temps est envisagé alors dans les 48 h. Une

renorrhée peut être envisageable en cas de traumatismes pénétrants chez un patient stable. Une néphrectomie partielle peut être nécessaire dans ce cas. Dans le traumatisme fermé, il n'existe plus de place à une néphrectomie partielle ou à une renorrhée. Il s'agit de patients relevant plus d'une attitude non chirurgicale[5].

## **Embolisation endovasculaire**

### *Les résultats*

L'embolisation sélective (ES) a un rôle clé dans la prise en charge non-opératoire des traumatismes rénaux chez les patients hémodynamiquement stables [18,24].

Malgré la modification du pronostic des traumatismes viscéraux grâce à cette technique, il n'existe actuellement aucun critère validé pour sélectionner les patients nécessitant une embolisation. Toutefois, les constatations au scanner d'une extravasation artérielle du produit de contraste, d'une fistule artérioveineuse (FAV) ou d'un pseudo-anévrisme poussent à la réalisation d'une embolisation précoce. L'association d'une fuite artérielle et d'un hématome > 25 mm de profondeur est prédictive du recours à l'embolisation [25]. Les succès de la technique vont jusqu'à 94,9 % des lésions de grade 3, 89 % des lésions de grade 4 et 52 % des lésions de grade 5. Un grade élevé ainsi qu'une instabilité hémodynamique sont associés à un risque accru d'échec d'une 1<sup>re</sup> tentative. L'embolisation trouve également sa place chez les patients instables avec malgré tout un taux d'échec supérieur (59 % de succès) et à la nécessité fréquente d'une intervention répétée. Une embolisation itérative prévient une néphrectomie chez 67 % des patients [26]. S'il y a échec de l'embolisation avec nécessité d'une exploration chirurgicale, une néphrectomie totale est inévitable.

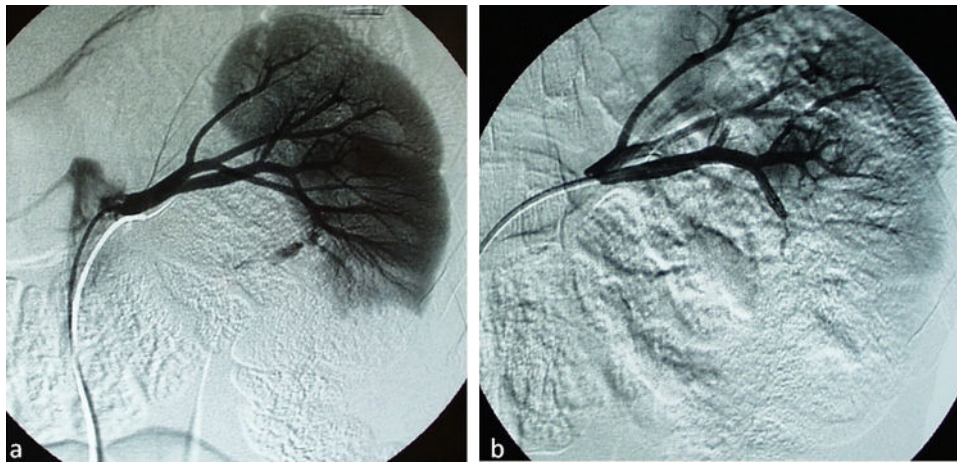
Malgré les inquiétudes concernant l'infarctus du parenchyme et l'utilisation de produits de contraste iodés, l'embolisation ne semble pas affecter la survenue ou l'évolution d'une insuffisance rénale aiguë après un traumatisme rénal. Pour les traumatismes majeurs de haut grade, il a également été démontré que l'embolisation permettait d'économiser la fonction rénale à long terme en évitant une néphrectomie. En cas de polytraumatisme sévère ou de risque opératoire élevé, l'artère principale peut être embolisée, soit comme traitement définitif, soit comme étape vers une néphrectomie secondaire dans les 5 jours qui suivent. Son rôle dans le traumatisme rénal pénétrant est mal évalué. L'échec est trois fois supérieur dans les traumatismes pénétrants que les traumatismes fermés. Cependant, l'embolisation a été utilisée avec succès pour traiter à la fois les hémorragies aiguës, mais également les FAV ainsi que les pseudo-anévrismes résultant d'un traumatisme rénal pénétrant [27].

### *La mise en pratique*

L'efficacité de l'embolisation et sa reconnaissance à diminuer le nombre de néphrectomies implique d'avoir l'accès à ces techniques au sein d'équipes de réanimation entraînées.

En l'absence d'accès, il paraît licite de transférer un patient ayant un traumatisme de grade III et plus vers un centre équipé d'une réanimation et d'une équipe de radiologie interventionnelle disponible en permanence. L'embolisation doit être le plus sélective possible pour limiter les séquelles fonctionnelles (Fig. 4). En présence d'un





**Figure 4.** Embolisation sélective d'un blush artériel : a : mise en évidence d'une extravasation artérielle devant un traumatisme du rein grade 4 avec perte de 20 g/l d'Hb en 4 h ; b : embolisation sélective du foyer hémorragique.

rein détruit hémorragique, le tronc de l'artère rénale peut être embolisé.

Les messages à passer dans la communauté urologique permettent une modification des pratiques. Une étude américaine montrait récemment que la prise en charge d'un patient traumatisé rénal chez un patient accueilli dans un centre de niveau 1 ou un centre moins spécialisé n'était pas différente compte tenu de la possibilité de transfert et que le taux de néphrectomie était identique quelle que soit la structure [7].

## Surveillance

La surveillance vise à rechercher le développement de complications dans les premiers jours pouvant modifier la prise en charge et à évaluer les conséquences fonctionnelles du traumatisme à long terme.

Le suivi à distance repose sur l'examen clinique et l'interrogatoire pour les lésions de bas grade. Chez les patients hospitalisés, les constantes hémodynamiques, la température, l'évaluation de la fonction rénale ainsi que de l'hémoglobine sont effectuées de manière systématique pendant les premiers jours et à chaque dégradation clinique.

Pour les traumatismes de grade III–V, la réévaluation radiologique par uroscanner s'effectue entre le 2<sup>e</sup> et le 5<sup>e</sup> jour afin de rechercher l'apparition d'une fuite urinaire, suivre son évolution et dépister des pseudo-anévrysmes qui pourront bénéficier d'une embolisation lorsqu'ils dépassent 1 cm de diamètre [28].

L'évaluation à long terme est effectuée au mieux par scintigraphie ou tomoscintigraphie [29].

Pour les traumatismes de bas grade avec des constantes stables, la réévaluation radiographique n'est pas nécessaire [30]. L'hospitalisation chez ces patients n'est pas forcément nécessaire et un retour rapide à domicile est la règle [31]. Classiquement, les patients sont autorisés à se lever lorsque l'hématurie cesse. Cette notion est toutefois basée sur un faible niveau de preuve.

Les questions les plus fréquentes sur la prise en charge des traumatismes du rein sont listées dans le [Tableau 4](#).

## Cas particuliers de traumatismes rénaux

### Les dissections traumatiques de l'artère rénale

Les dissections traumatiques de l'artère rénale correspondent à rupture de l'intima de l'artère rénale en rapport avec une lésion de décélération projetant violemment le rein vers l'avant et dont le mouvement est brutalement interrompu par la tension sur l'artère rénale. L'intima se soulève et le sang passant dans le faux chenal entraîne une obturation de l'artère induisant une ischémie rénale. Les indications opératoires formelles de traitement en urgence concernent les patients porteurs d'un rein unique ou de lésions pédiculaires bilatérales quel que soit le délai ischémique.

Les lésions des branches de division de l'artère rénale ne justifient pas d'un geste de revascularisation.

En présence d'un rein muet, un délai d'ischémie chaude supérieur à 4 heures (délai traumatisme–intervention) est un élément de mauvais pronostic de récupération de la fonction rénale. Les possibilités de prise en charge comprennent [32].

### Abstention

Compte tenu des délais nécessaires pour optimiser la prise en charge de ces traumatismes, il semble donc que l'attitude la plus courante face à un traumatisme de l'artère rénale soit l'abstention thérapeutique à l'exception des rares indications de revascularisation en urgence (ischémie chaude inférieure à 4 heures chez un malade en bon état général ou rein unique).

### Revascularisation précoce par prothèse endovasculaire

L'angioplastie transluminale per-cutanée avec pose d'une ou plusieurs endoprothèses permet une revascularisation totale ou partielle du rein. Elle n'est cependant pas toujours possible techniquement. Il s'agit d'une alternative à la chirurgie dans les cas où le résultat escompté est démesuré par rapport aux risques chirurgicaux. Les contraintes de

**Tableau 4** Les questions les plus fréquentes sur la prise en charge d'un traumatisme du rein.**Quand effectuer une imagerie devant une hématurie survenant après un traumatisme abdominal ou lombaire ?**

Un uroscanner est à réaliser systématiquement devant une hématurie macroscopique. En présence d'une hématurie microscopique, il sera exécuté s'il existe un mécanisme lésionnel violent ou une forte décélération

**Faut-il hospitaliser tous les traumatismes du rein ?**

Non, un traumatisme de grade 1 sans lésions associées peut être suivi à domicile

**Le bilan de réévaluation par scanner entre 2 et 5 jours est-il systématique en présence d'un traumatisme de haut grade ?**

Pour le moment, il reste recommandé. Pour autant, l'état clinique est prépondérant sur un changement d'attitude. La présence d'un volumineux pseudo-anévrisme peut conduire à une embolisation prophylactique

**À partir de quand le patient peut-il être mobilisé ?**

Classiquement, à partir du moment où l'hématurie cesse. Pour autant, la douleur est un bon marqueur permettant d'autoriser le lever même lorsqu'il existe une hématurie persistante

**Faut-il dériver toutes les fuites d'urine rétropéritonéales ?**

Non, une dérivation par sonde JJ ou sonde urétérale n'est à effectuer qu'en cas d'obstruction par caillotage ou en présence d'un sepsis non contrôlé par une antibiothérapie

**Une prophylaxie anti-thrombotique par HBPM est-elle contre-indiquée ?**

Non, les patients immobilisés en particulier pour des lésions associées en particulier orthopédiques bénéficient d'une prophylaxie

**Faut-il proposer une antibioprofylaxie devant une fuite urinaire ?**

Non, aucune étude n'en montre l'intérêt. Une antibiothérapie est mise en route en cas de sepsis patent

**Quand emboliser ?**

Devant une fuite artérielle sur le scanner initial, l'embolisation permet d'éviter la croissance de l'hématome même chez un patient stable et sans déglobulisation. Elle sera faite sinon dès lors qu'il existe une déglobulisation avec fuite artérielle sur le scanner même chez un patient instable

**Peut-on emboliser plusieurs fois ?**

Oui, les reprises hémorragiques ou le développement des pseudo-anévrismes nécessitent régulièrement plusieurs embolisations ?

**Quand opérer en urgence ?**

En présence d'un traumatisme fermé, un saignement non contrôlé par une embolisation est une indication rare. Une néphrectomie est à considérer surtout si le rein ne présente plus de réhaussement. Devant un traumatisme pénétrant, les indications sont plus larges en particulier pour faire le bilan des lésions. Dans les principes d'une laparotomie écourtée, un tamponnement périrénal peut être effectué pour préserver le rein

**Faut-il clamper le pédicule en premier avant d'ouvrir la loge rénale ?**

La question n'est pas formellement répondue. Dans les principes de la laparotomie écourtée et du damage control, il vaut mieux aller rapidement sur le saignement et contrôler par tamponnement

**Faut-il transférer le patient en l'absence de plateau technique ?**

Les traumatismes mineurs de grade 1 et 2 ne nécessitent aucune prise en charge spécifique. En présence de traumatisme de grade 3 ou plus, le recours à une embolisation est possible. Dès lors qu'une extravasation artérielle est retrouvée, un transfert vers un centre effectuant l'embolisation endovasculaire 24 h/24 est souhaitable. Pour les traumatismes de grade 5, la gravité des lésions associées nécessite une prise en charge en milieu de réanimation

durée d'ischémie chaude et l'importance des lésions associées limitent les indications (Fig. 5).

### Revascularisation chirurgicale

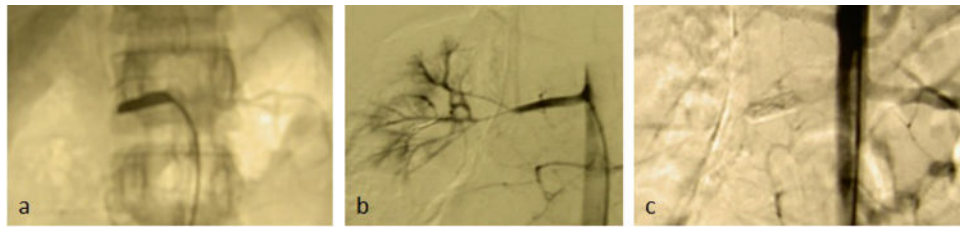
Les données récentes suggèrent des altérations sévères de la fonction rénale en cas d'atteinte du tronc principal de l'artère rénale chez les patients revascularisés. Le taux de succès de la récupération de la fonction rénale dans les thromboses traumatiques du pédicule rénal dépend de la durée et du degré d'ischémie chaude, ainsi que de l'existence de vaisseaux accessoires assurant une circulation collatérale. Une revascularisation après 4 heures d'ischémie chaude est un facteur péjoratif de récupération de la fonction rénale.

Le traitement chirurgical des thromboses de l'artère repose sur la reconnaissance de la longueur d'artère

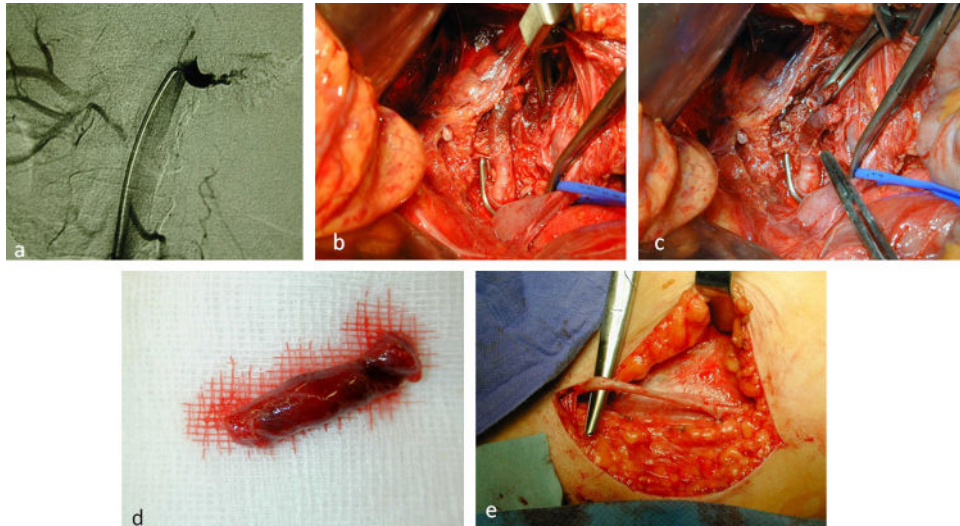
concernée par la dissection intinale (Fig. 6), l'excision de la zone lésée, la thrombectomie et la suture artérielle soit terminotermine, soit par interposition d'un greffon de veine saphène interne, d'artère hypogastrique ou prothétique. Le vieillissement d'un greffon veineux et surtout prothétique doit faire préférer un segment artériel autologue moins susceptible à la dilatation anévrysmale et à la sténose anastomotique par hyperplasie intinale. L'auto-transplantation doit rester une alternative exceptionnelle étant donné les succès limités de cette chirurgie.

### Néphrectomie d'emblée

Elle ne présente pas d'indication en urgence et est réservée au développement de complications hypertensives à long terme.



**Figure 5.** Dissection traumatique de l'artère rénale droite avec rein muet. a : stop du tronc de l'artère rénale, b : recanalisation endovasculaire, c : mise en place d'une endoprothèse.



**Figure 6.** Dissection traumatique de l'artère rénale. a : stop du tronc de l'artère rénale, b : reconnaissance de la zone disséquée (noirâtre), c : résection de la dissection intimale, d : artère pathologique retirée, e : prélèvement d'un greffon veineux saphène (images J.J. Rambeaud).

## Traumatisme du rein chez l'enfant

Il s'agit d'un traumatisme fréquent car le rein de l'enfant est très mobile dans l'abdomen.

Les données de l'interrogatoire de l'examen clinique sont très importants : contrairement à l'adulte l'hypotension artérielle est un signe clinique peu fiable chez l'enfant et peu fréquent même en cas de traumatisme sévère. Par ailleurs, chez l'enfant, une hématurie microscopique chez un enfant stable hémodynamiquement peut être associée à une lésion rénale sévère. La recherche de lésions associées reste fondamentale.

L'évaluation radiologique des enfants demeure un sujet de controverse. L'utilisation de l'échographie est considérée comme une méthode plus fiable que chez l'adulte dans les traumatismes fermés. Cependant, l'évaluation par scanner injecté est recommandée quelle que soit l'importance du traumatisme.

La prise en charge conservatrice des traumatismes rénaux isolés donne d'excellents résultats la plupart du temps y compris en cas de traumatismes sévères sous réserve d'un enfant stable hémodynamiquement et d'une évolution clinique rapidement satisfaisante. Chez l'enfant, la radiologie interventionnelle et les gestes de drainage urologique par voie endoscopique sont possibles [33].

## Traumatisme du rein transplanté

La prise en charge d'un traumatisme sur un transplanté justifie la connaissance précise de la fonction rénale et l'évaluation radiologique est identique à celle d'un traumatisme sur rein natif en prenant en considération la toxicité des produits de contraste qui peut-être limitée par une hydratation adéquate.

Le scanner injecté est recommandé dans le cadre du bilan exhaustif lésionnel, sous réserve d'une fonction rénale normale.

La prise en charge de ces traumatismes sur le plan chirurgical est complexe ; les lésions rénovasculaires et les lésions de haut grade ont un mauvais pronostic.

Les lésions vasculaires iatrogènes (post biopsie) peuvent être traitées de manière conservatrice par embolisation sélective [15].

## Traumatisme iatrogènes du rein

### Lors d'une chirurgie percutanée

Si l'existence d'une hématurie d'intensité mineure ou modérée constatée dans la sonde de néphrostomie mise en place en fin de procédure est fréquente dans les jours qui suivent l'acte chirurgical, une hémorragie rétro péritonéale

massive est la plupart du temps en rapport avec une fistule artério-veino-calicielle qui relève dans la majorité des cas d'un geste de radiologie interventionnelle [34].

La prévention de ces complications hémorragiques repose sur le choix d'un site de ponction adaptée à l'anatomie rénale et à la pathologie prise en compte, et à la qualité de la dilatation.

### Lors d'une biopsie rénale percutanée

Les complications hémorragiques sont rares et relèvent éventuellement d'une artériographie avec embolisation hypersélective [34].

### Lors d'une angioplastie

Les complications vasculaires induites par une angioplastie (perforations, rupture de l'artère rénale) sont rares (1,6 %).

Le traitement en phase initiale d'une rupture iatrogène de l'artère rénale repose sur une occlusion temporaire par ballon, et dans un deuxième temps relève d'un geste de chirurgie vasculaire (pontage, greffe vasculaire) ou de néphrectomie.

## Conclusion

Le pronostic d'un traumatisme du rein, tout grade confondu, est actuellement bon sous réserve d'avoir un accès à un plateau technique permettant une réanimation efficace et une embolisation en cas de saignement. L'urologue prend sa place au sein d'une équipe multidisciplinaire au sein de laquelle il doit s'intégrer et agir séquentiellement en prenant comme base un traitement non-opératoire qui devra être interrompu en cas de menace du pronostic vital.

## Déclaration de liens d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

## Références

- [1] Søreide K. Epidemiology of major trauma. *Br J Surg* 2009;96(7):697–8.
- [2] Bouzat P, Valdenaire G, Gauss T, Charbit J, Arvieux C, Balandraud P, et al. Early management of severe abdominal trauma. *Anaesth Crit Care Pain Med* 2020;39(2):269–77.
- [3] Thornley S, Kool B, Marshall RJ, Ameratunga S. Alcohol intake, marijuana use, and sleep deprivation on the risk of falls occurring at home among young and middle-aged adults: a case-crossover study. *N Z Med J* 2014;127(1406):32–8.
- [4] Kozar RA, Crandall M, Shanmuganathan K, Zarzaur BL, Coburn M, Cribari C, et al. Organ injury scaling 2018 update: spleen, liver, and kidney. *J Trauma Acute Care Surg* 2018;85(6):1119–22.
- [5] Coccolini F, Moore EE, Kluger Y, Biffl W, Leppaniemi A, Matsuura Y, et al. Kidney and uro-trauma: WSES-AAST guidelines. *World J Emerg Surg* 2019;14:54.
- [6] Moore EE, Shackford SR, Pachter HL, McAninch JW, Browner BD, Champion HR, et al. Organ injury scaling: spleen, liver, and kidney. *J Trauma* 1989;29(12):1664–6.
- [7] Bjurlin MA, Renson A, Fantus RJ, Fantus RJ. Impact of trauma center designation and interfacility transfer on renal trauma outcomes: evidence for universal management. *Eur Urol Focus* 2019;5(6):1135–42.
- [8] MacKenzie EJ, Rivara FP, Jurkovich GJ, Nathens AB, Frey KP, Egleston BL, et al. A national evaluation of the effect of trauma-center care on mortality. *N Engl J Med* 2006;354(4):366–78.
- [9] Rotondo MF, Schwab CW, McGonigal MD, Phillips GR, Fruchterman TM, Kauder DR, et al. 'Damage control': an approach for improved survival in exsanguinating penetrating abdominal injury. *J Trauma* 1993;35(3):375–82, discussion 382–383.
- [10] Rignault DP. Recent progress in surgery for the victims of disaster, terrorism, and war-Introduction. *World J Surg* 1992;16(5):885–7.
- [11] Meng MV, Brandes SB, McAninch JW. Renal trauma: indications and techniques for surgical exploration. *World J Urol* 1999;17(2):71–7.
- [12] Santucci RA, Fisher MB. The literature increasingly supports expectant (conservative) management of renal trauma—a systematic review. *J Trauma* 2005;59(2):493–503.
- [13] Sujenthiran A, Elshout PJ, Veskima E, MacLennan S, Yuan Y, Serafetinidis E, et al. Is nonoperative management the best first-line option for high-grade renal trauma? A systematic review. *Eur Urol Focus* 2019;5(2):290–300.
- [14] Shariat SF, Roehrborn CG, Karakiewicz PI, Dhami G, Stage KH. Evidence-based validation of the predictive value of the American Association for the Surgery of Trauma kidney injury scale. *J Trauma* 2007;62(4):933–9.
- [15] Morey AF, Brandes S, Dugi DD, Armstrong JH, Breyer BN, Broghammer JA, et al. Urotrauma: AUA guideline. *J Urol* 2014;192(2):327–35.
- [16] Lynch TH, Martínez-Piñero L, Plas E, Serafetinidis E, Türkeri L, Santucci RA, et al. EAU guidelines on urological trauma. *Eur Urol* 2005;47(1):1–15.
- [17] Heyns CF. Renal trauma: indications for imaging and surgical exploration. *BJU Int* 2004;93(8):1165–70.
- [18] Lanchon C, Fiard G, Arnoux V, Descotes J-L, Rambeaud J-J, Terrier N, et al. High grade blunt renal trauma: predictors of surgery and long-term outcomes of conservative management. A prospective single center study. *J Urol* 2016;195(1):106–11.
- [19] Long J-A, Fiard G, Descotes J-L, Arnoux V, Arvin-Berod A, Terrier N, et al. High-grade renal injury: non-operative management of urinary extravasation and prediction of long-term outcomes. *BJU Int* 2013;111(4 Pt B): E249–255.
- [20] McGuire J, Bultitude MF, Davis P, Koukounaras J, Royce PL, Corcoran NM. Predictors of outcome for blunt high grade renal injury treated with conservative intent. *J Urol* 2011;185(1):187–91.
- [21] Zemp L, Mann U, Rourke KF. Perinephric hematoma size is independently associated with the need for urological intervention in multisystem blunt renal trauma. *J Urol* 2018;199(5):1283–8.
- [22] Keihani S, Rogers DM, Putbresi BE, Moses RA, Zhang C, Presson AP, 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* 2019;86(5):774–82.
- [23] Gonzalez RP, Falimirski M, Holevar MR, Evankovich C. Surgical management of renal trauma: is vascular control necessary? *J Trauma* 1999;47(6):1039–42, discussion 1042–1044.
- [24] van der Wilden GM, Velmahos GC, Joseph DK, Jacobs L, Debusk MG, Adams CA, 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*. 2013;148(10):924–31.
- [25] Charbit J, Manzanera J, Millet I, Roustan J-P, Chardon P, Taourel P, 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* 2011;70(5):1219–27, discussion 1227-1228.
- [26] Hotaling JM, Sorensen MD, Smith TG, 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* 2011;185(4):1316–20.
- [27] Moolman C, Navsaria PH, Lazarus J, Pontin A, Nicol AJ. Nonoperative management of penetrating kidney injuries: a prospective audit. *J Urol* 2012;188(1):169–73.
- [28] Guyot R, Arnoux V, Descotes J-L, Terrier N, Boillot B, Thuillier C, et al. Management of intraparenchymal pseudoaneurysm after blunt renal trauma: Results from a series of 325 patients. *Prog Urol* 2017;27(3):190–9.
- [29] Fiard G, Rambeaud J-J, Descotes J-L, Boillot B, Terrier N, Thuillier C, et al. Long-term renal function assessment with dimercapto-succinic acid scintigraphy after conservative treatment of major renal trauma. *J Urol* 2012;187(4):1306–9.
- [30] Bayne DB, Tresh A, Baradaran N, Murphy G, Osterberg EC, Ogawa S, et al. Does routine repeat imaging change management in high-grade renal trauma? Results from three level 1 trauma centers. *World J Urol* 2019;37(7):1455–9.
- [31] Fretton L, Scailteux L-M, Hutin M, Olivier J, Langouet Q, Ruggiero M, et al. Early discharge in selected patients with low-grade renal trauma. *World J Urol* 2020;38(4):1009–15.
- [32] Long J-A, Manel A, Penillon S, Badet L, Sessa C, Descotes J-L, et al. Traumatic dissection of the renal pedicle. Modalities of management in adults and children. *Prog Urol* 2004;14(3):302–9, discussion 308.
- [33] Hagedorn JC, Fox N, Ellison JS, Russell R, Witt CE, Zeller K, 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* 2019;86(5):916–25.
- [34] Summerton DJ, Kitrey ND, Lumen N, Serafetinidis E, Djakovic N. EAU Guidelines on iatrogenic trauma. *European Urol* 2012;62(4):628–39.