Journal of medical & pharmaceutical Sciences (JMPS) • Vol 7, Issue 3 (2023) • P: 22 - 1
https://journals.ajsrp.com/index.php/jmps
ISSN: 2522-333X (Online) • ISSN: 2522-333X (Print)

International Alliance of Urolithiasis (IAU) Guideline on percutaneous nephrolithotomy

Dr. Wissam Khalid Kamal*[1], Dr. Mahmoud Abdulaziz Alakraa[2]

[1] King Fahad General Hospital | Jeddah | KSA

[2] King Faisal Specialty Hospital and research center | Jeddah | KSA

Received: 20/07/2023

Revised: 01/08/2023

Accepted: 13/08/2023

Published: 30/09/2023

* Corresponding author: dr.wissamkamal@gmail.com

Citation: Kamal, W. KH., & Alakraa, M. A. (2023). International Alliance of Urolithiasis (IAU) Guideline on percutaneous nephrolithotomy. *Journal of medical and pharmaceutical sciences, 7*(3), 1–22. https://doi.org/10.26389/AJSRP.K200723

2023 © AISRP • Arab Institute of Sciences & Research Publishing (AISRP), Palestine, All Rights Reserved.

• **Open Access**

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY-NC) license

Abstract: The International Alliance of Urolithiasis (IAU) would like to release the latest guideline on percutaneous nephrolithotomy (PCNL) and to provide a clinical framework for surgeons performing PCNLs. These recommendations were collected and appraised from a systematic review and assessment of the literature covering all aspects of PCNLs from the PubMed database between January 1, 1976, and July 31, 2021. Each generated recommendation was graded using a modified GRADE methodology. The quality of the evidence was graded using a classification system modified from the Oxford Center for Evidence-Based Medicine Levels of Evidence. Forty-seven recommendations were summarized and graded, which covered the following issues, indications and contraindications, stone complexity evaluation, preoperative imaging, antibiotic strategy, management of antithrombotic therapy, anesthesia, position, puncture, tracts, dilation, lithotripsy, intraoperative evaluation of residual stones, exit strategy, postoperative imaging and stone-free status evaluation, complications. The present guideline on PCNL was the first in the IAU series of urolithiasis management guidelines. The recommendations, tips and tricks across the PCNL procedures would provide adequate guidance for urologists performing PCNLs to ensure safety and efficiency in PCNLs.

Keywords: Nephrolithotomy, percutaneous; Guideline; Therapy; Urolithiasis.

للأدلة السريرية لاستخراج الحصوات عن طريق الجلد الصادرة عن التحالف الدولي لحصوات المسالك البولية

الدكتور / وسام خالد كمال*[1]، الدكتور / محمود عبد العزيز الأقرع[2]

[1] مستشفى الملك فهد بجدة | المملكة العربية السعودية

[2] مستشفى الملك فيصل التخصصي ومركز الأبحاث بجدة | المملكة العربية السعودية

المستخلص: تود الجمعية الدولية لجراحي المسالك البولية (IAU) إصدار أحدث القواعد والمبادئ التوجيهية بشأن استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNL) وتوفير إطار عمل سريري للجراحين الذين يقومون بإجراء عمليات استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNLs). جُمعت هذه التوصيات وقُيمت من خلال مراجعة وتقييم منهجي للمنشورات العلمية التي تغطي جميع جوانب استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد من قاعدة بيانات بيميد (PubMed) ما بين 01 يناير 1976 و 31 يوليو 2021 . وصُنفت كل توصية تم إنشاؤها باستخدام منهجية تقييم وتطوير وتقييم التوصيات (GRADE) المعدلة. ومن ذلك تمت ترجمة الأدلة السريرية للغة العربية ومراجعتها بأطباء جراحة مسالك بولية تعتبر اللغة العربية هي اللغة الأم، كما صُنفت جودة الأدلة باستخدام نظام تصنيف تم تعديله من مركز أكسفورد لمستويات الأدلة الطبية القائمة على الأدلة. تم تلخيص وتصنيف 47 توصية، والتي غطت القضايا التالية، والمؤشرات وموانع الاستعمال، وتقييم مدى تعقيد الحصوات، والتصوير قبل الجراحة، واستراتيجية المضادات الحيوية، وإدارة العلاج بمضادات التجلط التخثر، والتخدير، والوضع، والثقب، والمسالك، والتوسع، وتفتيت الحصوات، والتقييم أثناء العملية للحصوات المتبقية، استراتيجية خروجها، التصوير بعد الجراحة وتقييم الحالة الخالية من الحصوات، المضاعفات. كان المبدأ الإرشادي والتوجيهي الحالي المتعلق باستخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد هو الأول في سلسلة الجمعية الدولية لجراحي المسالك البولية من إرشادات إدارة حصوات الكلى. ستوفر التوصيات والنصائح والحيل عبر إجراءات استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد إرشادات كافية لأطباء المسالك البولية الذين يقومون بإجراء عمليات استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد لضمان السلامة والكفاءة في عمليات استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد.

الكلمات المفتاحية: حصوات المسالك البولية، الارشادات السريرية، استخراج الحصوات عن طريق الجلد.

المقدمة:

تم تطبيق استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL) كإجراء راسخ في علاج حصوات المسالك البولية العلوية (الكلية وأعلى الحالب) منذ عقود [1]. ومع ذلك، فإن قابلية تطبيقه في الممارسة اليومية الروتينية يشكل تحديًا خاصة في الأيدي غير الخبيرة لكون منحنى التعلم البياني طويل، واحتمال حدوث مضاعفات خطيرة يتم بشكل متكرر مقارنة بطرق إزالة حصوات الكلى بطرق تتطلب تداخلا جراحيا اقل[2]. من جهة أخري فقد اقترحت جمعيات دولية مختلفة في إرشاداتها الخاصة في معالجة حصوات الكلى، لكن تركيزها ينصب في المقام الأول على المبدأ الجراحي بدلاً من الجوانب المتعلقة بالتقنية الجراحية. ولذلك، من المؤكد أن هناك حاجة إلى نهج موحد بدلاً من التطبيقات القائمة على التجربة الفردية بهدف جعل عمليات استخراج حصوات الكلى عبر ال لجلد (PCNLs: Percutaneous Nephrolithotomy) أكثر أمانًا وأكثر استخدامًا.

وكمؤسسة أكاديمية غير ربحية فقد التزمت الجمعية الدولية لجراحي حصوات المسالك البولية (IAU) دائمًا بمبادئ التميز الأكاديمي والتقني في جميع أنحاء العالم. حاليا، وتود الجمعية الدولية لجراحي حصوات المسالك البولية (IAU) إصدار أحدث المبادئ التوجيهية بشأن استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL) وتاطير العمل السريري لعمليات لاستخراج حصوات الكلى عبر الجلد بما في ذلك تقييم عمل ماحول الجراحة، والنصائح والمناورات التقنية خلال الجراحة، والمتابعة بعد الجراحة.

عناوين المقال الرئيسية:

- الفريق الطبي والأهداف المستقبلية
- مشكلة الدراسة
- المستوى في منهجية تقييم وتطوير وتقييم التوصيات (GRADE)
- أهمية الدراسة
- دواعي استخراج حصوات الكلى عبر الجلد
- مضادات الاستطباب / موانع الاستعمال لاستخراج حصيات الكلى عبر الجلد
- الوضعية أثناء الجراحة (العملية الجراحية)
- البزل (ثقب الكلية للوصول الى حويضة الكلية)
- قياس وعدد الطرق لإزالة الحصوات تحت الجلد
- توسيع المسار للكلية عن طريق الجلد
- تفتيت الحصوات
- المضاعفات
  - النزيف
  - الالتهابات
  - إصابة الأعضاء المحيطة بالكلية
- ارتشاح البول وتسربه
- الاستنتاجات

الفريق الطبي والأهداف المستقبلية

تتألف الهيئة التي وضعت المبادئ التوجيهية للتحالف الدولي لحصوات الكلى (IAU) الخاصة بالفريق الطبي لاستخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL) من مجموعة دولية من أعضاء هيئة التدريس ذوي الخبرة الخاصة في تطبيقات عمليات استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL). ولم يقر أي من أعضاء الفريق عن أي هدف مصلحي محتمل. سيتم إصدار سلسلة من إرشادات إدارة حصوات الكلى خطوة خطوة في السنوات المقبلة. ومن المقرر ان يتم تحديث كل من الفريق الدولي والدليل التوجيهي الصادر بانتظام في فترات زمنية محددة.

مشكلة الدراسة:

تحديد البيانات

بالنسبة للدليل العلمي التوجيهي للتحالف الدولي لاستخراج حصوات الكلى عبر الجلد (IAU) لعام 2021 بشأن استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL)، فسيتم تجميع وتقييم جميع التوصيات والاستنتاجات بالمراجعة المنهجية للمنشورات العلمية المتاحة. وقد أُجري البحث الشامل الذي يغطي جميع جوانب استخراج حصوات الكلى عن طريق عبر (PCNL) الابحاث المنشورة في قاعدة بيانات (PubMed). وتشمل مصطلحات البحث "استخراج حصوات الكلى عبر الجلد" أو "PCNL" أو "PNL" أو "تفتيت الحصى عبر الجلد"، خلال مدة النشر ما بين 1 يناير 1976 إلى 31 يوليو 2021. والتي تضم الدراسات ذات المستويات العالية من الأدلة، أي التجارب ذات الدراسات والشواهد المقارنة العشوائية (RCTs: Randomized Control Trials) والدراسات المقارنة غير العشوائية المستقبلية والتحليل المقارن لما نشر حول هذا الموضوع (MA: Meta-analysis) والتي أبدت الحاجة لمزيد من التقييم .

المستوى في منهجية تقييم وتطوير وتقييم التوصيات (GRADE)

وقد صنفت كل توصية بشكل منهجي للتقييم والتطوير واعطيت التقييمات والتوصيات درجات (GRADE). يتم منح مجموعة الأدلة تصنيف قوي "A" (دليل عالي الجودة؛ قناعة عالية)، "B" (دليل متوسط الجودة؛ قناعة متوسطة)، أو "C" (دليل منخفض الجودة؛ قناعة منخفضة) وفقا للأدلة الموجودة.

تم تصنيف جودة الأدلة وفقًا لنظام تصنيف تم تعديله من مركز أكسفورد لمستويات الأدلة الطبية القائمة على الأدلة. المستوى (LE) 1 كان الأعلى، والمستوى 5 كان الأقل، تم تحديده وفقًا لطبيعة الدراسة والتجانس [4-3].

أهمية الدراسة:

بالنسبة للدليل العلمي التوجيهي للتحالف الدولي لاستخراج حصوات الكلى عبر الجلد (IAU) لعام 2021 بشأن استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL)، تعتبر دليل ارشادي مستند على تجميع وتقييم جميع التوصيات والاستنتاجات بالمراجعة المنهجية للمنشورات العلمية المتاحة. وقد أُجري البحث الشامل الذي يغطي جميع جوانب استخراج حصوات الكلى عبر (PCNL).

نتائج البحث

دواعي/استطباب الاستعمال ومضادات استطباب / موانع الاستعمال

دواعي استخراج حصوات الكلى عبر الجلد

- حصوات كلى ≤ 2 سم (مستوى: 1، دليل: "A")
- حصى في المسالك البولية العلوية من أي حجم غير مناسبة للتفتيت الحصوي أو فشل تفتيت الحصى بالموجات الصادمة عبر الجلد (SWL) أو غير مناسبة أو فشل علاجها باستخدام جراحة المناظير الراجعة داخل الكلية عن طريق الحالب (RIRS: Retrograde Intrarenal Surgery) (مستوى: 2، دليل: "B")

يوصى بعملية استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL). كخيار معالجة أولي للحصى > 20 مم، بما في ذلك حصوات "قرن الغزال" المتشعبة (Staghorn) [7-5]. ومع ذلك، فمن الممكن أيضًا للحصوات الأصغر (أقل من < 20مم) غير المناسبة لتفتيت الحصى بالامواج الصوتية الصادمة أو بعد فشل تفتيت الحصى بموجات صادمة (SWL) أو الجراحة العكسية عبر الحالب داخل الكلية (RIRS)[11-8]، بغض النظر عن موقع الحصاة في القطب السفلي، أو وجود اعتلال بولي انسدادي / الَوصِلُ الحالبي الحوضي (UPJ) [15-12]، أو الحصوات في المرضى الذين يعانون من تحويل مجرى البول[16,17]، والحصوات الكلسية العرضية أو حصوات الرتج الكلوي(Diverticulum)[20-12]

مضادات الاستطباب / موانع الاستعمال لاستخراج حصيات الكلى عبر الجلد

- التهاب الجهاز البولي الحاد غير المعالج (UTI: urinary tract infection) (مستوى / 1، دليل: "A")
- المرضى الذين يعالجون بمضادات التجلط أو التخثر / العلاج المضاد للتخثر الذي لا يمكن إيقافه مؤقتًا، والمصابين باعتلالات التجلط أو التخثر غير المصححة (مستوى: 1، معدل: "A")؛
- صعوبة وصوا ابرة بزل الكلية الى الجهاز الكلوي الكؤيسي (مستوى: 1، معدل: "A")

التهاب الجهاز البولي الحاد غير المعالج وهو عامل خطر انتان بولي خلال او بعد الجراحة وقد يؤدي الى الصدمة الإنتانية، مع ارتفاع أخطار الوفاة الناتجة عن ذلك [21-23]. لذلك، يجب أن يكون التهاب الجهاز البولي الحاد غير المعالج هو من موانع الاستعمال المطلقة لاستخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL).

يمكن أن تؤدي اضطرابات التجلط أو التخثر والعلاج بمضادات التجلط أو التخثر إلى زيادة خطر حدوث نزيف بشكل كبير خلال وبعد الجراحة. عملية استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNL) هو إجراء يحتوي على خطر نزف شديد، لذلك لا ينبغي اجراؤه على الحالات التي تعاني من اضطرابات التجلط أو التخثر، وعلى الرغم من أنه تم الإبلاغ عن حالات نم استمرار اخذ العلاج بالأسبرين أثناء عمليةاستخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL) يبدو أنه لا يزيد من خطر حدوث مضاعفات نزفية بعد العملية الجراحية، إلا أن مستوى الأدلة الداعمة لهذا الرأي منخفض للغاية لأنه مشتق من دراسات ذات اثر رجعي لمجموعة صغيرة من الحالات(24,25).

موانع أخرى هي الكلى التي يتعذر الوصول إليها بسبب تداخل الأعضاء الأخرى (القولون خلف الكلية (retro-renal colon)، الطحال، الكبد، إلخ) أو ورم في طريق ابرة بزل الكلية[1,28].

تقييم مدى تعقيد الحصى

- هناك أربعة أنظمة تسجيل مستخدمة بشكل عام لتقييم درجة تعقد حصوات الكلى (مقياس درجة حصوات جاي [GSS])[29]، (Guy's Stone Score [GSS])[29] ومقياس درجة كثافة حصاة الكلية (STONE)[30]، مقياس كرويس نوموغرام (CROES nomogram)[31]، وقياس(S-ReSC32 **Seoul National University Renal Stone Complexity Score**) [32]ولديهم دقة تنبؤية قابلة للمقارنة لمعدل خالي من الحصى "SFR: Stone Free Rate " [33-38] (مستوى : 2، معدل : "A")
- علاوة على ذلك، يمكن تقسيم المرضى بسهولة إلى مجموعات معرضة للخطر باستخدام مقياس ستون لقياس كثافة الكلية (STONE)ومقياس S-ReSC32 (مستوى: 5، معدل: "C") [39]
- (مقياس درجة تعقد حصى جاي [GSS])، (Guy's Stone Score [GSS]) هو نظام تسجيل الحصى الوحيد القادر على التنبؤ بالمضاعفات بعد استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNL) (مستوى: 5، معدل: "B") [34]
- نظرًا لأنه يتم تحديد النتيجة باستخدام نتائج التصوير المقطعي المحوسب (CT)، يتم تقليل الذاتية التي يسببها الطبيب الذي يعين درجة STONE لقياس حجم الكلى إلى أدنى حد (مستوى: 5، معدل: "C") [40]

على الرغم من أنه يتمتع بقوة تنبؤية متساوية مثل الرسوم البيانية لـ GSS وCROES، يبدو أن قياس كثافة حصوة الكلية STONE متفوق بشكل عام، مع إمكانية تطبيقه بشكل أفضل في الممارسة اليومية وقدرة أكثر دقة على تصنيف المخاطر عند مقارنتها بأنظمة تسجيل النتائج الأخرى[39].

عندما لا يتوفر تقييم التصوير المقطعي المحوسب، يكون (مقياس درجة حصى جاي [GSS]) هو البديل الأكثر منطقية لقياس حجم حصى الكلية.

بالنسبة للأطفال الذين يخضعون لاستخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL) المصغر، فإن مخطط CROES هو الأفضل للتنبؤ بمعدل خالي من الحصى "SFR " [30,40]

الصور قبل الجراحة

- يجب إجراء التصوير المقطعي المحوسب غير الظليل (بدون صبغة) (NCCT: non contrast computed tomography) قبل استخراج حصوات الكلى عبرالجلد (PCNL) (مستوى: 2، معدل: "C")
- يوصى بإجراء دراسة ظليلة (تصوير الجهاز البولي الظليل باستخدام الصبغة الوريدة وتصوير الجهاز البولي بالتصوير المقطعي ا) إذا كانت هناك حاجة لدراسة تشريحية افضل للجهاز البولي المفرغ (يحتاج إلى تقييم أكثر تفصيلا) (مستوى: 4، معدل : "B") [42-44]
- يمكن إجراء دراسة التصوير الوظيفي (تصوير الكلى بالنظائر المشعة – ميركاتو أسيتيل تريغلاسين (MAG-3) أو (تصوير الكلى بالنظائر المشعة – ديإثيلين تريامين بينتا أسيتيت (DTPA) لتقييم وظيفة الكلى ووظيفة كل كلية للوحدتين الكلويتين (مستوى : 4، معدل : "C") [45-47]

يعتمد استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL) الناجح على التخطيط الدقيق قبل الجراحة وعملية الوصول المثلى عن طريق الجلد.

يوفر التصوير المقطعي المحوسب غير الظليل معلومات قيّمة للغاية حول خصائص الحصوات، وتشريح حويضة الكلية وكؤيسات الكلية والأعضاء المحيطة بالكلية، وبالتالي فقد اكتسب قبولًا واسع النطاق كأداة مفيدة للغاية في اتخاذ قرارات العلاج [48-51].
كما يُعد التصوير المقطعي المحوسب وتصوير المسالك البولية عن طريق الوريد مفيدًا في الحصول على معرفة دقيقة لتشريح الكلية[42,44].

في المرضى الذين يعانون من القولون خلف الكلية (retrorenal colon)، فإن التصوير المقطعي المحوسب غير الظليل في وضعية الانبطاح(Prone Position) أكثر ملاءمة لتخطيط الوصول المثالي للكلية أثناء استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL)[51,52].

في حالة وجود أي اشتباه في تدني وظائف الكلى، يُنصح بإجراء دراسة تصوير وظيفي (تصوير الكلى بالنظائر المشعة – ديإثيلين ترامين بينتا أسيتيت (DTPA) أو (تصوير الكلى بالنظائر المشعة – ميركابتو أسيتيل تريغلاسين (MAG-3) [53]. تقييم إعادة التصوير بالنظائر المشعة مفيد لأنه يمكن أن يوفر معلومات عن قيم وظائف الكلى الكية والمنقسمة وتقييم وجود أي انسداد في المسالك البولية. قد يؤدي تشخيص تدهور وظائف الكلى إلى خيارات علاجية عقلانية أخرى، تتراوح من الملاحظة إلى استئصال الكلية. علاوة على ذلك، يمكن أن يساعد معرفة الوظيفة الكلوية الأساسية للوحدة المعالجة في متابعة واستبعاد التغييرات المحتملة الناتجة عن إجراء عملية استخراج حصوات الكلى عن عبر الجلد (PCNL)[42..54].

استراتيجية المضادات الحيوية قبل الجراحة

- يجب إجراء استنبات / مزرعة بول (يفحص وجود بكتريا في البول) والفحص المجهري للبول قبل عملية استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL)، (مستوى: 4، معدل: "A")
- في المرضى الذين لديهم استنبات بول (MSU midstream urine culture) إيجابي قبل الجراحة، يجب إعطاء مضاد حيوي وفقا لنتائج المضادات الحيوية لمدة 5 أيام، بينما لا يلزم تكرار استنبات بول بعد الانتهاء من دورة المضادات الحيوية، (مستوى: 3، معدل: "A")؛
- في المرضى ذوي عينة مزرعة بول (MSU) سلبي وتحليل بول سليم، يجب إعطاء الوقاية القياسية من المضادات الحيوية وفقًا للمضادات الحيوية المحلية السائدة قبل عملية استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL)، (مستوى: 1، معدل: "A")

في الوقت الحاضر، على الرغم من الاتفاق العام على تطبيق العلاج الوقائي بالمضادات الحيوية وعلاج التهاب المسالك البولية قبل عملية استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL)[55]، تظل فترة إعطاء المضادات الحيوية المثلى مثيرة للجدل في المرضى الذين لديهم مزرعة بول (MSU) سلبية. والجدير بالذكر أنه تم الإبلاغ عن أن 36.8-52.4 %من المرضى الذين يعانون من الإنتان البولي بعد عملية استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL) لديهم مزرعة بول سلبية قبل الجراحة. يعتبر اختبار البول إيجابيًا للكريات البيضاء و / أو النتريت كعامل خطر مستقل للإصابة بإنسام الدم بعد الجراحة. هناك حاجة لمزيد من التجارب العشوائية المقارنة متعددة المراكز وجيدة التصميم لتقييم إعطاء المضادات الحيوية قبل الجراحة في المرضى ذوي مزرعة بول سلبية مع تحليل بول إيجابي للكريات البيض و / أو النتريت[21,56-57].

ادارة التدابير حول الجراحة للمرضى الذين يتناولون ادوية سيولة الدم (العلاج بمضادات التجلط / التخثر)

- مطلوب وقف العلاج بمضادات التجلط / التخثر لتقليل النزيف بعد الجراحة في المرضى الذين يقومون بعملية استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL)، (مستوى: 4، معدل: "A")؛

بما ان إجراء عملية استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL) ينطوي على أخطار عنزفية عالية، فإن التوقف عن العلاج المضاد للتجلط / للتخثر مطلوب لتقليل النزيف بعد الجراحة. ومع ذلك، يجب أيضًا مراعاة خطر الإصابة بالجلطات الدموية التي قد تكون ذات نتائج خطيرة[58].

في المرضى الذين يأخذون مضادات التجلط / التخثر (صمام القلب الميكانيكي، الرجفان الأذيني، الجلطات الدموية الوريدية) أو الذين يأخذون العلاج المضاد للصفيحات الدموية، يجب أن يكون تقييم الخطر بين العلاج المضاد للتجلط / للتخثر وخطر النزيف في عملية استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL)متوازناً [59-62]، والذي يعتمد على وقت التدخل الجراحي، واعراض المرض والمريض.ويعتمد على الخصائص السريرية للمرض والعلاج المعطى للمريض. ويجب مناقشة التوقف المؤقت لعلاجات السيولة الدموية أو ربما الحاجة لمناقشة العلاج المضاد للتجلط / للتخثر مع طبيب الباطنة وأمراض الدم في حالات الشكوك أو المواقف المعقدة.

في المرضى الذين يأخذون علاجًا مضادا للتجلط / للتخثر، يجب سحب مضادات التجلط / التخثر الفموية قبل عملية استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL)، علاوة على ذلك، يجب جسر المعالجة المضادة للتخثر للمرضى الذين يعانون من مخاطر عالية من الصمامة التجلطية/الخثرية [59,60]، ويتم تحديد توقيت وقف العلاج بمضادات التجلط / التخثر إلى حد كبير من خلال قيم النسبة المعيارية الدولية (INR) لكل من العلاجات بمضادات فيتامين K (الوارفارين، الأسينوكومارول، إلخ) وتحديد الوظيفة الكلوية

لاستخدام مضادات التجلط / التخثر الفموية المباشرة (دابيغاتران، ريفاروكسابان، أبيكسابان، إدوكسابان، إلخ) (جدول 1)[63-67]. يجب تأجيل إعادة تقديم العلاج المضاد للتجلط / للتخثر عن طريق الفم لمدة 48-72 ساعة فقط في المرضى المعرضين لخطر نزيف ما بعد الجراحة [60].

في المرضى الذين يعالجون بمضادات الصفيحات الدموية للوقاية الأولية أو أولئك الذين يعانون من أخطار تجلط منخفضة، يجب التوقف عن العلاج المضاد للصفيحات قبل الجراحة (الأسبرين 7-10 أيام، تيكاجريلور 3-5 أيام، كلوبيدوقرل 5 أيام وبراسوغريل 7 أيام، على التوالي)[59,68]. يجب إعادة العلاج بمضادات الصفيحات في غضون 48-72 ساعة، ومع ذلك، في المرضى الذين يعانون من مخاطر الجلطات المتوسطة إلى العالية، يجب تأجيل عملية استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNL) حتى تنخفض مخاطر الجلطات.

جدول (1) –وقت التوقف عن العلاج بمضادات التجلط / التخثر قبل عملية استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNL)

فيتامين K كـ	وظيفة الكلى (تصفية الكلية للدم من الكرياتنين مل / دقيقة)	توقيت توقف منع تجلط / تخثر الدم قبل الجراحة (أيام)
دابيغاتران	تصفية الدم من الكرياتنين > 50 التصفية الكلوية للدم من الكرياتنين 50 – 79 اتصفية الكلوية للدم من الكرياتنين ≥ 80	4 أيام 3 أيام 2 ايام
ريفاروكسابان، أبيكسابان، إدوكسابان	التصفية الكلوية للدم من الكرياتنين 15 – 30 التصفية الكلوية للدم من الكرياتنين ≥ 30	3 أيام 2 ايام
دوكس(مضادات التخثر الفموية) المباشرة	النسبة المعيارية الدولية	توقيت توقف منع تجلط / تخثر الدم قبل الجراحة (أيام)
أسينوكومارول	النسبة المعيارية الدولية > 2 النسبة المعيارية الدولية 2 – 3 النسبة المعيارية الدولية < 3	2 أيام 3 أيام 4 أيام
وارفارين	النسبة المعيارية الدولية > 2 النسبة المعيارية الدولية 2 – 3 النسبة المعيارية الدولية < 3	4 أيام 5 أيام 6 أيام
فيتامين K كـ : مضادات فيتامين K، دوكس(مضادات التخثر الفموية) المباشرة، (CrCL) التصفية الكلوية للدم من الكرياتنين، INR : النسبة المعيارية الدولية		

التخدير

- يعتبر كل من التخدير العام والتخدير الموضعي تقنيات فعالة لعملية استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL)، (مستوى : 1، معدل : "A") [69]
- التخدير الموضعي فعال وآمن على مرضى بعينهم، (مستوى: 4، معدل: "C") [70]

يمكن إجراء عملية استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNL) بأمان تحت كل من التخدير العام والتخدير الجزئي أو الموضعي، بما في ذلك التخدير القطني، والتخدير القطني، والتخدير فوق الجافية. تشمل مزايا التخدير العام إمكانية الوصول والتحكم بشكل أفضل في المسالك الهوائية. من الضروري أيضًا التحكم في حجم المدي (حجم الهواء في كل تنفس) أثناء بزل الكلية بالابرة لتقليل إصابة الجنب والرئتين. يمكن أن يؤدي التخدير الطويل إلى الحد الأدنى من الانزعاج للمريض، خاصة في الحالات ذات الحمولة الحصوية الكبيرة. تشمل مزايا التخدير الموضعي ألمًا أقل بعد الجراحة والتعافي المبكر مما يؤدي إلى تقليل الإقامة في المستشفى[71] . يذكر أن عملية استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL) ممكن أن تتم أيضًا تحت التخدير الموضعي في مرضى منتقين بعناية والذين لديهم توسع في المسالك البولية العلوية ولديهم حصوة صغيرة مع حمولة حصوية صغيرة / متوسط، ومع ذلك، لا يزال هناك حاجة إلى أدلة إضافية عالية المستوى للتحقق من صحة هذه الاستنتاجات[71] .

يعتمد اختيار التخدير على ما يفضله الطبيب، ووضع المريض، والخبرة الجراحية، والوقت المتوقع للعملية. يجب إبلاغ طبيب التخدير بجميع المضاعفات المحتملة الحدوث اثناء العملية الجراحية. لذلك يُنصح باتباع نهج اجتماع متعدد للمختصين المعنيين بالجراحة لوضع مخطط شامل للعملية الجراحية يضمن سلامة المرضى.

الوضعية أثناء الجراحة (العملية الجراحية)

- كل من وضعية الانبطاح (Prone) والاستلقاء (Supine) آمنة وفعالة بنفس القدر (مستوى: 1، معدل: "A")
- تعطي وضعية الاستلقاء (Supine) في عملية استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL) تحكمًا مثاليًا للجهاز القلبي والوعائي والطرق الهوائية، كما أنه يسهل الجراحة المشتركة عبر الجلد والتنظيرية بالطريق الراجع ضمن الكلية (ECIRS "Endoscopic Combined Intrarenal Surgery")، (مستوى : 3، معدل : "A")
- تعطي وضعية الانبطاح مساحة سطح أوسع للثقب/المدخل عبر الجلد وهو أكثر ملاءمة للقطب العلوي (Upper Pole) والثقوب/المداخل المتعددة (Multitract) (مستوى : 3، معدل : "A")

على الرغم من أن وضعية الانبطاح الأكثر استخدامًا في عملية استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL)، فقد تم تقييم العديد من المنشورات عن تطبيق وضعية الاستلقاء لاستخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL) على مدار العقدين الماضيين[72-75] . لم تظهر البيانات أي تفوق كبير لأي من النهجين الانبطاح والاستلقاء فيما يتعلق بالمضاعفات معدل الخلو من الحصوات بعد الجراحة "SFR" أو وقت العملية. كل وضعية لها مزاياها وعيوبها.[76-78] فوضعية الانبطاح لها عيوب تتعلق بزيادة المخاطر القلبية والرئوية[79-82]. لا توجد دراسات وبيانات كافية للتحقق من مخاطر التخدير لدى المرضى الذين يعانون من حصوات معقدة للغاية وعوامل اخري متعلقة بالجسم (السمنة، والعمر، والمرضى المعرضون ذوي الخطورة العالية، وما إلى ذلك)، مما يحد من فرصة تقديم توصيات قوية بشأن تفوق كل وضعية على الأخرى.

البزل (ثقب الكلية للوصول الى حويضة الكلية)

- التنظير الشعاعي (Fluoroscopic) والامواج فوق الصوتية (Ultrasound)والتوجيه المشترك هي التقنيات الأكثر استخدامًا للوصول إلى الكلى عن طريق الجلد، (مستوى: 1، معدل: "A")
- يقلل استخدام التوجيه بالموجات فوق الصوتية في البزل من خطر التعرض للإشعاع، (مستوى: 1، معدل: "A") [83]
- يعتبر التوجيه الشعاعي أو التوجيه المشترك أكثر فعالية للحصى المعقدة، (مستوى: 2، معدل: "B") [84]
- يعد الوصول عن طريق الجلد الموجه بالتصوير المقطعي المحوسب بديلاً جيدًا للوصول إلى الكلى بنجاح في حالات الجسم (تشوهات العمود الفقري)، أو التشوهات الكلوية (الكلى خارج الرحم وما إلى ذلك)، (مستوى: 4، معدل: "C") [85]
- ان استخدام صور الرؤية الداخلية بالمنظار (Endo-vision)، قد تمنح تقنية تنظير الكلية الراجع عبر الحالب (ECIRS) فرصة لتحسين الوصول للكلية ولكن يجب أخذ التكاليف وخبرة الجراح في الاعتبار، (مستوى : 3، معدل : "C")[86]

على الرغم من استخدام إرشادات التنظير الشعاعي بشكل شائع في الماضي، إلا أن الخبرة المتزايدة في تطبيقات الموجات فوق الصوتية قد مكنت أطباء المسالك البولية من استخدام هذا النهج أكثر فأكثر، مع مزايا خاصة في منع إصابة الأعضاء المحيطة بالكلية بالأذى والحد من التعرض للإشعاع. ومع ذلك، فإن جلطات الدم، وتسرب البول والهواء في حوض الكلية قد يجعل بزل حويضة الكلية وتوسيع المجرى تحت توجيه الموجات فوق الصوتية أكثر صعوبة. لذلك، فإن فحص عملية استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL)، الموجه بالموجات فوق الصوتية أمر ممكن في أيدي ذوي الخبرة.

قد يكون التنظير الشعاعي مفيدًا في حالات التي يكون فيها حجم الحصوات صغيرة في الجهاز الكلوي غير المتوسع [84] . وبالتالي، بالنسبة للحصوات المعقدة التي تتطلب مسارات متعددة (Multitract)، فمن الحكمة إجراء عملية استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL) تحت التنظير الشعاعي/ الموجات الصوتية أو التوجيه المشترك[87] .

في الحالات المعقدة للغاية والنادرة، يمكن أن يكون الوصول عبر الجلد الموجه بالتصوير المقطعي المحوسب بديلاً جيدًا. كما تم تقديم "تقنية endovision" عبر تقنية "ECIRS " للوصول الدقيق للكلية[88،89] .

قياس وعدد الطرق لإزالة الحصوات تحت الجلد:

- تقليديًا، تُعتبر عملية استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL)، الذي يتم إجراؤها من خلال مجرى بقطر 24- 30 (F) غمد فرنسي وهي عملية استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL) القياسي"، بينما يُطلق على عملية استخراج حصوات الكلى عبر

الجلد (PCNL)، الذي يتم إجراؤها عن طريق مجرى اصغر أقل من 18 غمد فرنسي " تُعتبر عملية استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNL) المصغرة"، (مستوى : 1، معدل : "A")

- تتميز عملية استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNL) المصغرة" بمعدل خالي من الحصى "SFR "، ونزيف أقل، ووقت العملية أطول مقارنةً بـ " عملية استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNL) القياسي"، ويمكن أن تقلل " عملية استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNLs) المصغرة" ذات الشفط النشط من وقت العملية، (مستوى : 1، معدل : "A") ؛
- تُعد عملية استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (multitract PCNL) متعدد القنوات خيارًا ممكنًا، ولكنه يرتبط بخطر أكبر للنزيف. يمكن أن يقلل عمل منظار للكلية عبر الجلد مع منظار مرن عن طريق الحالب (Endoscopic Combined Intrarenal Surgery ("ECIRS" من خطر حدوث مضاعفات نزيف، (مستوى : 1، معدل : "A") ؛

لقد ثبت أن عملية استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNL) المصغرة تحتوي على معدل متساوٍ خالي من الحصى " SFR"، ومعدلات أقل لفقدان الدم ونقل الدم، وتعافي أفضل بعد الجراحة، وألم أقل بعد الجراحة، وإقامة أقصر في المستشفى مقارنةً بـ عملية استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNL) القياسي [90,91]، بالنسبة لزيادة ضغط الحويضة فان شفط الغمد الناشط يسهل استخراج الحصى والحفاظ على ضغط منخفض في الحويضة الكلوية [92-94]

بالنسبة للحصى الكلسية المتعددة وحصوات القرون المتفرعة، تكون عملية استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL) متعددة الثقوب/المسالك ممكنًا ولكن مع وجود مخاطر أعلى للنزيف وتدهور وظائف الكلى. يمكن أن يقلل اجراء منظار للكلية عبر الجلد مع منظار مرن عن طريق الحالبECIRS من خطر النزيف بسبب انخفاض الحاجة إلى المسالك المتعددة [95-97].

توسيع المسار للكلية عن طريق الجلد

- توسيع أمبلاتز، توسيع معدني تلسكوبي (احجام متزايدة)، او التوسيع بواسطة البالون والتوسيع بلقطة واحدة كلها تعتبر خيارات منطقية، ويعتمد الاختيار على خبرة وما يفضله الجراح، (مستوى : 1، معدل : "A") [98] ؛

يعد التوسيع بموسعات أمبلاتز والتوسع التلسكوبي المعدني أمرًا مرهقًا ويستغرق وقتًا طويلاً، في حين أن التوسيع بالبالون والتوسيع بضربة واحدة يتطلب وقتا واشعاعا أقل، وينتج عنه أيضًا انخفاضًا أقل في الهيموجلوبين [98-100]. ومع ذلك، فإن تكلفة البالون أعلى بكثير، وعادة ما يفشل التوسيع باستخدام صورة واحدة[101,102].هناك دراسات أن موسعات الكلية المزودة بعلامة مقياس مرتبطة بالوصول الأقصر ووقت تنظير فلوري أقصر[103]، ويعتمد اختيار تقنية التوسيع على تفضيل الجراح وخبرته .

تفتيت الحصوات

- ترتبط أجهزة تفتيت الحصى بالموجات فوق الصوتية (Ultrasonic)والهوائية (Pneumatic)والمشتركة بالهواء المضغوط والموجات فوق الصوتية (Combined) وبليزر هوليوم مع معدل خالي من الحصى "SFR " مماثل، (مستوى : 1، معدل : "A") ؛
- يكون وقت تفتيت الحصوات وإزالتها (SFRT) للحصوات الصلبة أقصر باستخدام تفتيت الحصوات بالهواء المضغوط، بينما يوفر تفتيت الحصوات بالموجات فوق الصوتية وقتًا أقصر لتفتيت الحصوات وإزالتها (SFRT) للحصوات اللينة
- ان أزالة الحصوات الكلوية بالهوليوم ليزر يتطلب وقتا أطول لتفتيت و استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL) ؛ ومع ذلك، يرتبط هوليوم ليزر بمعدلات مضاعفات أقل

أربع تقنيات شائعة لتفتيت الحصى في عملية استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL)[104-108]، تشمل :

الموجات فوق الصوتية(Ultrasonic)، والتفتيت الهوائي(Pneumatic)، والهوليوم ليزر Ho: YAG والجمع بينهما وقت إزالة الحصوات متشابه لكلا من تفتيت الحصوات بالموجات فوق الصوتية والهوائية خلال عملية استخراج حصوات الكلى عبرالجلد (PCNL) ؛ ولا يتفوق كلاهما على العلاج الأحادي [105,109]. مع الأخذ بعين الاعتبار تركيب الحصوات، وتفتيت الحصوات بالهواء المضغوط هو أكثر كفاءة للحصوات الصلبة (سواء كانت نقية أو خليط من السيستين، مونوهيدرات أكسالات الكالسيوم أحادي الهيدرات، وفوسفات الكالسيوم). في المقابل، تفتيت الحصوات بالموجات فوق الصوتية هو أكثر كفاءة للصوات اللينة (ستروفيت وحمض اليوريك) [104,106]. (بوسطن العلمية، مارلبورو، ماساتشوستس، الولايات المتحدة الأمريكية) وثلاثية بوسطن (Trilogy()بوسطن العلمية) هي أحدث اجهزة تفتيت الحصوات، حيث تجمع بين تفتيت الحصوات باللامواج فوق الصوت والاهتزاز الميكانيكي. الكفاءة السريرية تحتاج إلى مزيد من التحقق [110] حيث يمكن للهوليوم ليزر التعامل مع جميع مكونات الحصوات، على الرغم من صلابتها. من ناحية أخرى يبدوا أن

هوليوم ليزرم مترافق مع مضاعفات أقل، ولكن يحتاج لوقت أطول لتفتيت الحصوات بالمقارنة مع أجهزة تفتيت الحصى الأخرى [105,107.108].

توفر جميع هذه الأجهزة إزالة الحصوات نتائج ممتازة في عملية استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL) القياسي، ولم يلاحظ أي اختلاف كبير في معدلات خلو الكي من الحصوات "SFR "[104-108]. ومع ذلك، بالنسبة لعمليات استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (Mini PCNLs) المصغرة الشفط، فإن هوليوم ليزر هو أكثر أجهزة تفتيت الحصوات شيوعًا [111]، ويرتبط الليزر عالي الطاقة بوقت أقصر لإزالة الحصى[112] ، إذا ما قورن بالأجهزة منخفضة الطاقة. في الآونة الأخيرة، تم إثبات أن الياف الليزر الثوليوم (TFL) يقوم بتفتيت الحصوات الى رمل بسرعة ويفضل أيضًا في عمليات استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (Mini PCNLs) المصغرة ذات الشفط النشط[113].

يعتمد اختيار نوع تفتيت الحصوات على كثافة الحصى، وحمولة الحصى، وكفاءة تفتيت الحصى في الوقت الفعلي أثناء العملية، والأجهزة المتاحة بالإضافة الى تفضيل الجراح.

تقييم الحصوات المتبقية أثناء العملية

- التنظير الشعاعي وفحص الكلية بالمنظار المرن هما الطريقتان الأكثر شيوعًا وقيمة للكشف عن الأجزاء المتبقية من الحصوات أثناء الجراحة، (مستوى: 2، معدل: "A").
- التنظير الشعاعي مفيد للحصوات التي تظهر تحت الأشعة السينية (radio-opaque)، بينما التصوير الشعاعي مع حقن صبغة في الكلية عن طريق قسطرة الحالب مطلوب للحصوات الشفافة(radio-lucent)، (مستوى: 2، معدل: "A").
- يمكن أن يؤدي استخدام التصوير المقطعي المحوسب أثناء العملية للكشف عن الحصوات المتبقية إلى تحسين معدل عالي خالي من الحصوات، (مستوى: 2، معدل: "C").

يسمح التنظير الفلوري مع تنظير الكلية المرن بالكشف الدقيق والمحدد عن الحصوات المتبقية، مما يتيح إزالة الحصوات فورًا أو تخطيط مرحلة عملية استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL)[114] . يُفضل التنظير الشعاعي للحصوات التي تظهر تحت الأشعة، بينما يلزم تصوير الكلية الراجع RGP بالصبغة للكشف عن الحصوات الشفافة.[115] ومع ذلك، يصعب تحديد الحصوات الصغيرة التي تعلو الهياكل العظمية أو الأجزاء المعوية، مما يؤدي إلى المبالغة في تقدير معدل خالي من الحصوات "SFR ".[115-118] يُعد الفحص بالأشعة المقطعية أثناء الجراحة أثناء عملية استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL) ممكنًا وقد يوفر تقديرًا أفضل لشظايا الحصوات المتبقية من التنظير الفلوري، ومع ذلك، فإنه يعتمد على الأدوات المتاحة.[119-120] وتعتبر الموجات فوق الصوتية أكثر عرضة للتأثر بجلطات الدم وتسرب البول، وبالتالي فهي ليست الخيار الأول للكشف عن الحصوات المتبقية [121,122].

استراتيجية الخروج

- إن وضع أنبوب تفميم الكلية Nephrostomy في عمليات استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNLs) غير المعقدة والخالية من الحصوات أمر اختياري، (مستوى: 1، معدل: "A").
- يمكن أن تؤدي عمليات استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNLs) من غير تفميم Nephrostomyإلى تقليل الألم بعد الجراحة ومتطلبات تسكين الالم، وتقليل الإقامة في المستشفى، دون التأثير على معدل المضاعفات اختياري، (مستوى: 1، معدل: "A").
- تقنيات الاغلاق المحكم لمسار تنظير الكلية لها نتائج إيجابية من حيث السلامة والفعالية للنزيف، (مستوى: 3، معدل: "B").

عادة ما يكون أنبوب تفميم الكلية مطلوبًا في عملية استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNL) لتعزيز الإرقاء الدموي (وقف نزف الدم)، وتصريف البول المتسرب، والسماح بالدخول مرة أخرى إلى الكلية اذا اقتضت الضرورة.

يتم تعريف عملية استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNL) بدون أنابيب على أنه عملية استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL) بدون وضع أنبوب تفميم الكلية بعد العملية الجراحية. مع وجود دعامة حالب داخلية أو قسطرة حالب خارجية[113-117]، في حين اذا تم اجراء عملية استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL) بدون أنابيب بالكامل، ولم يكن هناك أنبوب تفميم الكلية ولا دعامة / قسطرة الحالب[123-127] .

يوصى باستخدام عملية استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNL) بدون أنابيب (غيرالانبوبي) في حالات منتقاة للغاية، بما في ذلك على سبيل المثال لا الحصر الحصى غير المعقدة، والحصوات الصغيرة، ووقت العملية القصير، والوظيفة الكلوية الطبيعية، وإزالة الحصوات بالكامل، وعدم وجود ثقب في الجهاز الكلوي والكؤيسي، وعدم وجود نزيف نشط من المسالك[124-126] .

أظهر الدراسات أن عملية استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL) غير الأنبوبي يمكن أن ينتج عنه معدلات مضاعفات مقبولة وخالية من الحصوات مثل عملية استخراج حصوات الكلى عبر الجلد (PCNL) القياسي، مع مزايا تقليل الإقامة في المستشفى وقلة الحاجة إلى تسكين الألم بعد الجراحة. ومع ذلك، لا تزال هناك مخاوف مرتبطة بنزيف المسالك في عملية استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNL) بدون الأنابيب. وتم التوضيح عن تقنية الإغلاق المحكم للمسالك، مثل الكي الكهربائي لنقاط النزيف، وتطبيق لاصق الفيبرين، ووضع مصفوفة مرقئ في السبيل، مع نتائج إيجابية من حيث السلامة والفعالية للتحكم في المسالك. ومع ذلك، هناك حاجة إلى تجارب ذات شواهد إضافية لتحديد دورها السريري[127-130].

التصوير بعد الجراحة وتقييم الحالة الخالية من الحصوات

- يجب تحديد حالة خلو الحصوات من عدم وجود حصوات متبقية يتم اكتشافها في التصوير المقطعي المحوسب خلال أربعة أسابيع بعد الجراحة

وبشكل عام، فإن التصوير الأولي مطلوب في اليوم الأول بعد الجراحة أو في الأسبوع الأول قبل خروج المريض لتقييم الحالة الأولية الخالية من الحصوات والأنبوب. ومع ذلك، يجب تقييم معدل خالي من الحصى "SFR " النهائي في الأسبوع الرابع بعد الجراحة [131]

تتوفر مجموعة متنوعة من طرق التصوير لتقييم وجود حصوات متبقية بعد عملية استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNL)، بما في ذلك فحوصات تصوير الكلى والمثانة والحالبين بالأشعة السينية (KUB) و تصوير الحويضة الوريدية (IVU) وفحص الموجات فوق الصوتية (US) و الفحص بالتصوير المقطعي المحوسب (CT)، ولكل منها مزاياها وعيوبها . ومع ذلك، فإن فحص التصوير المقطعي بدون صبغة (NCCT) لديه حساسية أعلى وخصوصية للكشف عن الشظايا المتبقية بعد عملية استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNL)مقارنةً بفحص الموجات فوق الصوتية (US)، فحوصات تصوير الكلى والمثانة والحالبين بالأشعة السينية (KUB)، تصوير الكلية والحويضة عن طريق الوريد (IVU) وخاصةً بالنسبة للحصوات الشفافة[132-136].

يوصى بالتصوير الشعاعي بالأشعة السينية لمتابعة الحصوات التي تظهر في الأشعة، مع فحص الموجات فوق الصوتية (US) و تصوير الكلية والحويضة عن طريق الوريد (IVU) المحدودة المخصصة للحصوات الشفافة لتقليل التعرض للإشعاع التراكمي من الأشعة المقطعية المتكررة [137]

الشظايا المتبقية ضئيلة سريريًا (CIRFs: Clinically insignificant residual fragments) هي شظايا متبقية بدون أعراض، أصغر من 4 مم [138] . ومع ذلك، يجب متابعة CIRFs عن كثب وتحذيرها من الاحتمال المتزايد للتدخل وتطور المرض في السنوات القادمة [139]. يهدف عملية استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNL)إلى جعل المريض خاليًا من الحصوات. إذا تعذر تحقيق ذلك، فيجب أن تكون الأجزاء صغيرة قدر الإمكان. يمكن اعتبار الحصوات المتبقية أقل من 2 مم مقبولة فيما يتعلق بالنتائج على المدى الطويل [140,141]

المضاعفات

في المنشورات العلمية، قد تختلف معدلات المضاعفات التالية لعملية استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNL) اختلافًا كبيرًا، حيث تتراوح من 8.1 % إلى 19.6 %[142,143] . يمكن استخدام نظام تصنيف كلافين-ديندو (Clavien-Dindo)المعدل من أجل عمليات استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNLs) لتقييم هذه الأحداث[144]. تكون معظم المضاعفات التالية لعمليات استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNLs) المصغرة بسيطة وخفيفة، وقد لوحظت مضاعفات كلافين (Clavien) 1، 2، 3، 4 و 5 في 88.1 %، 4.1 %، 0.6 % و 0.04 % من الحالات على التوالي[28]. تم الإبلاغ عن أن عملية استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (Mini-PCNL) المصغرة تترافق بمضاعفات أقل عند مقارنته بـ عملية استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (Standard PCNL) القياسي وهو على الأقل فعال مثل عملية استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (Standard PCNL) القياسي [91, 145,146].

النزيف

- تصوير الأوعية الدموية وإحداث الانسداد (angioembolization) هما الخيار الأول لتدبير نزيف ما بعد عملية استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNL) الحاد، في حالة فشل العلاج المحافظ، (مستوى : 4، معدل : "A") ؛

نزيف ما بعد عملية استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNL) شائع. يبلغ معدل حدوث عمليات نقل الدم وإحداث التصميم الوعائي بعد عملية استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNL) 4.5 – 18.3 % و 0.3 – 1.2 % على التوالي[142-148].

إن وجود بيلة دموية خفيفة (البول يوجد به كميات صغيرة من الدم) أمر متكرر وليس مهمًا، بينما يتطلب النزيف الحاد الدائم المعتدل أو العابر تدخلات فعالة[149]. يمكن أن يتسبب النزيف الكبير أثناء العملية في ضعف الرؤية وانخفاض كبير في الهيموجلوبين. يجب وضع أنبوب تفميم الكلية وتثبيته على السدادة ووقف النزيف[150,151] ، وفي حالة وجود ألم شديد في الخاصرة، وبيلة دموية كبيرة، وانخفاض الهيموجلوبين أو عدم استقرار حركية الدم، يجب الاشتباه في حدوث نزيف شرياني. يعد تصوير الأوعية الدموية بالأشعة المقطعية وتصوير الأوعية والانسداد أو التصميم أمرًا ضروريًا في هذه الحالات[151].

يُعتقد أن البزل غير الصحيح، والكلى الوحيدة، وتعدد المسارات للكلية (multiple tract)، وحمولة الحصوات الكبيرة، ووقت العملية الطويل، وعدوى المسالك البولية، والحصوات الالتهابية (Struvite Stones)، وداء السكري عوامل خطر لمضاعفات النزيف بعد الجراحة[152-155] . على الرغم من أهمية وجود ثقب كلوي دقيق، إلا أن عزم دوران الكلى المفرط(Excessive Tourqing) قد يؤدي إلى تمزق الكلى، مما يزيد من خطر حدوث نزيف. يرتبط البزل بالموجات فوق الصوتية بتقليل خطر النزيف مقارنة بالتنظير الفلوروسكوبي [156]. يمكن أن يساعد استخدام المواد الهلامية المرقئة أو التخثير الكهربي في سد الأوعية الدموية الصغيرة، خاصة في تفميم الكلية عن طريق الجلد (PCN) بدون أنابيب [157-158]

الالتهابات

- يلزم أخذ عينة من مجرى البول (اختبار تحليل البول) "MSU:mid-stream urine" وعلاج كافٍ بالمضادات الحيوية قبل عملية استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNL)، (مستوى : 1، معدل : "A") ؛
- مطلوب عمل تحليل مزرعة البول من الحويضة الكلوية وتحليل مزرعة الحصى أثناء العملية في الحالات المختارة، (مستوى : 2، معدل : "A") ؛

تختلف عدوى ما بعد عملية استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNL)وفقًا لشدتها، بما في ذلك متلازمة الاستجابة الالتهابية الجهازية (SIRS)، وتسمم البول، والصدمة الإنتانية. تعتبر الحمى أو زيادة معدل ضربات القلب أو عدم استقرار الدورة الدموية هي العلامات الظاهرة دائمًا. معدل الحمى المبلغ عنها بعد الجراحة يتراوح ما بين 4.34 – 12.77 %[93] .

يلعب سائل الارواء في تجويف خلف البيريتوان وامتصاص السموم الداخلية البكتيرية دورًا مهمًا في التسبب في التهابات ما بعد الجراحة. تشمل عوامل الخطر حصاة قرن الغزال، والحصوات الملتهبة، واختبار البول قبل الجراحة إيجابي للنتريت، وعدوى المسالك البولية المتكررة، وارتفاع ضغط داخل الحويضة الكلوية، ووقت الجراحة الطويل [23,57,160]. وبالتالي، فإن السيطرة على هذه العوامل أمر بالغ الأهمية في الوقاية من المضاعفات اللالتهابية بعد الجراحة. أثناء العملية[159] ، يُنصح بجمع واختبار مزرعة بول الحويضة الكلوية ومزرعة من الحصى لأن لديهم حساسية أفضل مقارنة بـ عينة من مجرى البول (اختبار تحليل البول) "MSU" في التنبؤ بالعدوى بعد الجراحة [161,163]

وبشكل عام، تزول حمى ما بعد الجراحة البسيطة في غضون أيام قليلة بعد العلاج المناسب بالمضادات الحيوية الحساسة، في حين أن الإنتان البولي والصدمة الإنتانية يهددان الحياة. ومن ثم، فإن التحديد المبكر والسريع للمرضى المصابين بتسمم الدم أمر حتمي. يمكن أن تشير خلايا الدم البيضاء التي يقل عددها عن 2.98 × 109 / لتر أو 2.85 × 109 / لتر إلى تعفن البول الوشيك[21,164]. تحليل بروتين إنترلوكين IL-6 و تحليل الـ CRP، أو بروتين سي التفاعلي و تحليل pct الذي يسمى فحص بروكالسيتينونين هي مؤشرات حيوية أخرى لتقييم حالة العدوى [165,166]

يجب أن يكون علاج الإنتان البولي سريعًا، ويتضمن علاجًا مبكرًا بالمضادات الحيوية المناسبة، ودعم الإنعاش، وإدارة المضاعفات. ويعد الاستخدام المبكر للمضادات الحيوية واسعة الطيف جنبًا إلى جنب مع إنعاش السوائل أمرًا بالغ الأهمية. تقييم فشل الجهاز أو العضو المتسلسل (SOFA) هو أداة مفيدة لتقييم وظيفة العضو وبالتالي للإشارة إلى حالة العدوى [168,169]، حيث يلزم نقل الدم أو ضغوط الأوعية للحفاظ على استقرار الدورة الدموية للمريض ؛ مطلوب التنبيب والتهوية الميكانيكية لتوفير الدعم التنفسي وتصحيح إصابة الرئة ونقص الأكسجين في الدم[167].

إصابة الأعضاء المحيطة بالكلية

- نادراً ما تحدث إصابات الأعضاء المجاورة للكلى أثناء عملية استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNL)، وعادة ما تكون المعالجة التحفظية ممكنة، (مستوى: 2، معدل : "B") ؛
- قبل إجراء الجراحة يجب إجراء التصوير المقطعي المحوسب البسيط (NCCT) والبزل لاي تجمع سوائل الموجه بالموجات فوق الصوتية مفيدان لتجنب إصابة الأعضاء حول الكلى، (مستوى: 3، معدل : "A") ؛

تزيد الثقوب فوق الضلعية من خطر الإصابة بإصابات الجنب وحدوث انصباب جنبي دموي او بالسائل [170]. يعد ضيق التنفس وانخفاض تشبع الدم بالأكسجين من علامات الإصابة الجنبية [171]. يجب إجراء تصوير الصدر بالأشعة السينية أو التصوير المقطعي المحوسب في حالة الشك. على الرغم من أنه يمكن إدارة انصباب الجنب الخفيف أو استسقاء الصدر بشكل محافظ، إلا أن أنبوب النزح / الصرف الصدري مطلوب في المرضى الذين يعانون من استسقاء الصدر الشديد أو استرواح الصدر (انخماص الرئة) [172]

إصابات الكبد والطحال التي تعقب عملية استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNL) نادرة؛ ومع ذلك، يزداد الخطر في حالات الثقوب فوق الضلعية وفي المرضى الذين يعانون من تضخم الكبد والطحال [173]. يمكن للثقب الموجَّه بالموجات فوق الصوتية أن يقلل من هذه المخاطر. ومع ذلك، قد يتسبب إصابة الطحال أو إصابة الكبد في حدوث نزيف حاد، يجب إجراء فحص بالأشعة المقطعية في حالة الاشتباه. يمكن معالجة معظم إصابات الكبد / الطحال بشكل محافظ؛ قد يكون الإزالة المتأخرة لأنبوب تفميم الكلية Nephrostomy مفيدًا في هذه الحالات. من الضروري إجراء عملية جراحية عاجلة للبطن في حالة النزيف المسيطر عليه[174,175].

تعد إصابة الأمعاء أثناء عملية استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNL)حدثًا نادرًا [176]، وعادة ما يشمل الأمعاء الغليظة. كم وصف إصابة الاثني عشر في حالات متفرقة جدًا. يزيد وجود القولون خلف الكلية من هذه المخاطر، خاصة في حالة الحاجة إلى ثقب كلوي في القطب السفلي الأيسر. يتواجد القولون خلف الكلية بشكل أكثر شيوعًا في حالة المرضى المسنين، وانخفاض مؤشر كتلة الجسم (BMI)، وطبقة دهون محيطية أرق، والكلية اليسرى والقطب السفلي. يتطلب التوجيه بالتصوير فوق الصوتي في هذه الحالات مع القولون الخلفي الجانبي / الخلفي أو الحالات المعقدة الأخرى [177-179]. تحدث إصابة الاثني عشر غالبًا بعد اثقب الجهاز الكلوي الجامع المتوسع. يشير تصريف محتويات الأمعاء أو التهاب الصفاق من أنبوب تفميم الكلية إلى إصابة معوية محتملة، ويلزم إجراء فحص بالأشعة المقطعية وتصوير الناسور. تحتاج الإصابة الاثني عشرية وإصابة القولون داخل الصفاق إلى شق بطني استكشافي عاجل مع الأخذ في الاعتبار خطر الإصابة بالتهاب الصفاق الحاد [178]. في الحالات الأخرى، يجب تجربة الإدارة المحافظة أولاً. في حالة إصابة القولون خارج الصفاق، يجب استخدام أنبوب فغر الكلية كفغر القولون عن طريق الجلد، وسحبه من الكلية ونقله إلى الأمعاء.

بعد ذلك، يجب إدخال دعامة حالب مزدوجة J، ويجب البدء في استخدام المضادات الحيوية الوريدية واسعة النطاق، وإراحة الأمعاء، والتغذية الوريدية الكاملة[176-181].

ارتشاح البول وتسربه

- يحدث تسرب البول الكبير دائمًا أثناء العملية الجراحية إذا تم الحفاظ على ارتفاع ضغط الحويضة الكلوية، (مستوى: 3، معدل: "A") ؛
- يوصى بشدة بالحفاظ على الضغط المنخفض داخل الحويضة الكلوية (مستوى: 2، معدل: "A"):

دائمًا ما ينشأ تسرب البول الشديد أثناء العملية من سائل الإرواء العلاجي عالي الضغط، والكثير من عزم الدوران في منظار الكلية، وانثقاب الجهاز البولي و الحويضة الكلوية عند المرضى خاصةً مع طبقة دهنية محيطية قليلة [171]. بالإضافة إلى ذلك، من شأنه أن يؤدي إلى انتفاخ بطني تدريجي، وزيادة مقاومة مجرى الهواء لأجهزة التخدير، ونقص تشبع الدم بالأكسجين[182]. لذلك، عند حدوث ذلك، يجب إنهاء تفتيت الحصوات على الفور، ويجب وضع أنبوب تفميم الكلية Nephrostomy ودعامة الحالب المزدوجة (J)، ما يجب القيام به بعد ذلك هو تصريف الانصباب البريتوني وانصباب الحوض. يمكن أن يساعد التصوير بالموجات فوق الصوتية في اكتشاف الانصباب وتوجيه الثقب المناسب. لا تحافظ على ضغط الحوض الكلوي المنخفض وتوقف عن إجراء عملية استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNL) في حالة حدوث ثقب في نظام حويضة الكلية أو الحوض الكلوي (pelvicalyceal)

قد يشير وجود تسرب بول بجانب أنبوب تفميم الكلية إلى عدم كفاية تصريف الجهاز البولي، حيث تشمل عوامل الخطر حصوات الحالب المتبقية وعدم كفاية وضع أنبوب فغر الكلية. يجب إجراء مخطط الكلية في نهاية الإجراء للتأكد من عدم انسداد المسالك البولية. من شأن أنبوب فغر الكلية ذي العيار الصغير أو حتى وضع الدعامة الحالبية أو الاستنت الحالبي (JJ) حتى تساعد في تقليل تسرب البول [183,184]

الاستنتاجات

كان الدليل التوجيهي الحالي حول عملية استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNL)هو الأول في سلسلة الجمعية الدولية لجراحي المسالك البولية (IAU) من إرشادات إدارة التحصي البولي. ستوفر التوصيات والنصائح والحيل عبر إجراءات استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNL) إرشادات كافية لأطباء المسالك البولية الذين يقومون بإجراء عمليات استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNL) لضمان السلامة والكفاءة في عمليات استخراج حصوات الكلى عن طريق الجلد (PCNLs).

المراجع بالإنجليزية

- *Zeng G, Zhong W, Pearle M, Choong S, Chew B, Skolarikos A, et al. European Association of Urology Section of Urolithiasis and International Alliance of Urolithiasis Joint Consensus on Percutaneous Nephrolithotomy. Eur Urol Focus 2021;16:2405–4569.*
- *Ghani KR, Andonian S, Bultitude M, Desai M, Giusti G, Okhunov Z, et al. Percutaneous Nephrolithotomy: Update, Trends, and Future Directions. Eur Urol 2016;70:382–96.*
- *Guyatt GH, Oxman AD, Vist GE, Kunz R, Falck-Ytter Y, Alonso-Coello P, et al.; GRADE Working Group. GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations. BMJ 2008;336:924–6.*
- *OCEBM Levels of Evidence Working Group. OCEBM Levels of Evidence. CEBM; [Internet]. Available from: http://www.cebm.net [cited 2022, Mar 4].*
- *Preminger GM, Assimos DG, Lingeman JE, Nakada SY, Pearle MS, Wolf JS Jr; AUA Nephrolithiasis Guideline Panel). Chapter 1: AUA guideline on management of staghorn calculi: diagnosis and treatment recommendations. J Urol 2005;173:1991–2000.*
- *Assimos D, Krambeck A, Miller NL, Monga M, Murad MH, Nelson CP, et al. Surgical Management of Stones: American Urological Association/Endourological Society Guideline, PART II. J Urol 2016;196:1161–9.*
- *Tzelves L, Türk C, Skolarikos A. European Association of Urology Urolithiasis Guidelines: Where Are We Going? Eur Urol Focus 2021;7:34–8.*
- *Zhang H, Hong TY, Li G, Jiang N, Hu C, Cui X, et al. Comparison of the Efficacy of Ultra-Mini PCNL, Flexible Ureteroscopy, and Shock Wave Lithotripsy on the Treatment of 1-2 cm Lower Pole Renal Calculi. Urol Int 2019;102:153–9.*
- *Ozturk U, Sener NC, Goktug HN, Nalbant I, Gucuk A, Imamoglu MA. Comparison of percutaneous nephrolithotomy, shock wave lithotripsy, and retrograde intrarenal surgery for lower pole renal calculi 10-20 mm. Urol Int 2013;91:345–9.*
- *Haroon N, Nazim SM, Ather MH. Optimal Management of Lower Polar Calyceal Stone 15 to 20 mm. Korean J Urol 2013;54:258–62.*
- *Cabrera JD, Manzo BO, Torres JE, Vicentini FC, Sánchez HM, Rojas EA, et al. Mini-percutaneous nephrolithotomy*
- *versus retrograde intrarenal surgery for the treatment of 10-20 mm lower pole renal stones: a systematic review and meta-analysis. World J Urol 2020;38:2621–8.*
- *Goel R, Aron M, Kesarwani PK, Dogra PN, Hemal AK, Gupta NP. Percutaneous antegrade removal of impacted upper-ureteral calculi: still the treatment of choice in developing countries. J Endourol 2005;19:54–7.*
- *Elgebaly O, Abdeldayem H, Idris F, Elrifai A, Fahmy A. Antegrade mini-percutaneous flexible ureteroscopy versus retrograde ureteroscopy for treating impacted proximal ureteric stones of 1-2 cm: A prospective randomised study. ArabJ Urol 2020;18:176–80.*
- *Gu XJ, Lu JL, Xu Y. Treatment of large impacted proximal ureteral stones: randomized comparison of minimally invasive percutaneous antegrade ureterolithotripsy versus retrograde ureterolithotripsy. World J Urol 2013;31:1605–10.*
- *Deng T, Chen Y, Liu B, Laguna MP, de la Rosette JJ, Duan X, et al. Systematic review and cumulative analysis of the managements for proximal impacted ureteral stones. World J Urol 2019;37:1687–701.*
- *Badalato GM, Cortes JA, Gupta M. Treatment of upper urinary lithiasis in patients who have undergone urinary diversion. Curr Urol Rep 2011;12:121–5.*
- *Zhong F, Alberto G, Chen G, Zhu W, Tang F, Zeng G, et al. Endourologic strategies for a minimally invasive management of urinary tract stones in patients with urinary diversion. Int Braz J Urol 2018;44:75–80.*
- *Smyth N, Somani B, Rai B, Aboumarzouk OM. Treatment Options for Calyceal Diverticula. Curr Urol Rep 2019;20:37.*
- *Patodia M, Sinha RJ, Singh S, Singh V. Management of renal caliceal diverticular stones: A decade of experience. Urol Ann 2017;9:145–9.*

- *Turna B, Raza A, Moussa S, Smith G, Tolley DA. Management of calyceal diverticular stones with extracorporeal shock wave lithotripsy and percutaneous nephrolithotomy: long-term outcome. BJU Int 2007;100:151–6.*
- *Fan J, Wan S, Liu L, Zhao Z, Mai Z, Chen D, et al. Predictors for uroseptic shock in patients who undergo minimally invasive percutaneous nephrolithotomy. Urolithiasis 2017;45:573–8.*
- *Koras O, Bozkurt IH, Yonguc T, Degirmenci T, Arslan B, Gunlusoy B, et al. Risk factors for postoperative infectious complications following percutaneous nephrolithotomy: a prospective clinical study. Urolithiasis 2015;43:55–60.*
- *Rivera M, Viers B, Cockerill P, Agarwal D, Mehta R, Krambeck A. Pre- and Postoperative Predictors of InfectionRelated Complications in Patients Undergoing Percutaneous Nephrolithotomy. J Endourol 2016;30:982–6.*
- *Tikkinen KA, Cartwright R, Gould MK, Naspro R, Novara G, Sandset PM, et al. EAU Guidelines on Thromboprophylaxis in Urological Surgery. Uroweb; [Internet]. Available from: https://uroweb.org/guideline/thromboprophylaxis (cited 2022, Mar 4)*
- *Culkin DJ, Exaire EJ, Green D, Soloway MS, Gross AJ, Desai MR, et al. Anticoagulation and antiplatelet therapy in urological practice: ICUD/AUA review paper. J Urol 2014;192:1026–34.*
- *Leavitt DA, Theckumparampil N, Moreira DM, Elsamra SE, Waingankar N, Hoenig DM, et al. Continuing aspirin therapy during percutaneous nephrolithotomy: unsafe or under-utilized? J Endourol 2014;28:1399–403.*
- *Otto BJ, Terry RS, Lutfi FG, Syed JS, Hamann HC, Gupta M, et al. The Effect of Continued Low Dose Aspirin Therapy in Patients Undergoing Percutaneous Nephrolithotomy. J Urol 2018;199:748–53.*
- *Seitz C, Desai M, Häcker A, Hakenberg OW, Liatsikos E, Nagele U, et al. Incidence, prevention, and management of complications following percutaneous nephrolitholapaxy. Eur Urol 2012;61:146–58.*
- *Thomas K, Smith NC, Hegarty N, Glass JM. The Guy's stone score—grading the complexity of percutaneous nephrolithotomy procedures. Urology 2011;78:277–81.*
- *30. Okhunov Z, Friedlander JI, George AK, Duty BD, Moreira DM, Srinivasan AK, et al. S.T.O.N.E. nephrolithometry: novel surgical classification system for kidney calculi. Urology 2013;81:1154–9.*
- *Smith A, Averch TD, Shahrour K, Opondo D, Daels FP, Labate G, et al.; CROES PCNL Study Group. A nephrolithometric nomogram to predict treatment success of percutaneous nephrolithotomy. J Urol 2013;190:149–56.*
- *Jung JW, Lee BK, Park YH, Lee S, Jeong SJ, Lee SE, et al. Modified Seoul National University Renal Stone Complexity score for retrograde intrarenal surgery. Urolithiasis 2014;42:335–40.*
- *Al Adl AM, Mohey A, Abdel Aal A, Abu-Elnasr HA, El Karamany T, Noureldin YA. Percutaneous Nephrolithotomy Outcomes Based on S.T.O.N.E., GUY, CROES, and S-ReSC Scoring Systems: The First Prospective Study. J Endourol 2020;34:1223–8.*
- *Jiang K, Sun F, Zhu J, Luo G, Zhang P, Ban Y, et al. Evaluation of three stone-scoring systems for predicting SFR and complications after percutaneous nephrolithotomy: a systematic review and meta-analysis. BMC Urol 2019;19:57.*
- *Bibi M, Sellami A, Chaker K, Ouanes Y, Kheiredine MD, Ben Chehida MA, et al. [Do the nephrolithometry scoring systems predict the success of percutaneous nephrolithotomy. Comparison of 4 scores: the Guy's stone score, STONE Score, CROES nomogram and S-ReSC score]. Prog Urol 2019;29:432–9. [French]*
- *Yarimoglu S, Bozkurt IH, Aydogdu O, Yonguc T, Sefik E, Topcu YK, et al. External validation and comparison of the scoring systems (S.T.O.N.E, GUY, CROES, S-ReSC) for predicting percutaneous nephrolithotomy outcomes for staghorn stones: A single center experience with 160 cases. Kaohsiung J Med Sci 2017;33:516–22.*
- *Labadie K, Okhunov Z, Akhavein A, Moreira DM, Moreno-Palacios J, Del Junco M, et al. Evaluation and comparison of urolithiasis scoring systems used in percutaneous kidney stone surgery. J Urol 2015;193:154–9.*
- *Tailly TO, Okhunov Z, Nadeau BR, Huynh MJ, Labadie K, Akhavein A, et al. Multicenter External Validation and Comparison of Stone Scoring Systems in Predicting Outcomes After Percutaneous Nephrolithotomy. J Endourol 2016;30:594–601.*
- *Wu WJ, Okeke Z. Current clinical scoring systems of percutaneous nephrolithotomy outcomes. Nat Rev Urol 2017;14:459–69.*

- *Shahat AA, Abonnoor AE, Allaham SM, Abdel-Moneim AM, El-Anany FG, Abdelkawi IF. Critical Application of Adult Nephrolithometric Scoring Systems to Children Undergoing Mini-Percutaneous Nephrolithotomy. J Endourol 2020 31–34:924;*
- *El-Wahab OA, El-Tabey MA, El-Barky E, El-Baky SA, El-Falah A, Refaat M. Multislice computed tomography vs. intravenous urography for planning supine percutaneous nephrolithotomy: A randomised clinical trial. Arab J Urol2014 ;12:162–7.*
- *Buchholz NP. Three-dimensional CT scan stone reconstruction for the planning of percutaneous surgery in a morbidly obese patient. Urol Int 2000;65:46–8.*
- *Tepeler A, Sancaktutar AA, Taskiran M, Silay MS, Bodakci MN, Akman T, et al. Preoperative evaluation of pediatric kidney stone prior to percutaneous nephrolithotomy: is computed tomography really necessary? Urolithiasis 2013;41:505–10.*
- *Thiruchelvam N, Mostafid H, Ubhayakar G. Planning percutaneous nephrolithotomy using multidetector computed tomography urography, multiplanar reconstruction and threedimensional reformatting. BJU Int 2005;95:1280–4.*
- *Nayyar R, Khattar N, Sood R. Functional evaluation before stone surgery: is it mandatory? Indian J Urol 2012;28:256–62.*
- *Cicekbilek I, Resorlu B, Oguz U, Kara C, Unsal A. Effect of percutaneous nephrolithotomy on renal functions in children: assessment by quantitative SPECT of (99m)Tc-DMSA uptake by the kidneys. Ren Fail 2015;37:1118–21.*
- *Yadav R, Agarwal S, Sankhwar S, Goel A, Kumar M, Singh M, et al. A prospective study evaluating impact on renal function following percutaneous nephrolithotomy using Tc99m ethylenedicysteine renal scan: does multiplicity of access tracts play a role? Investig Clin Urol 2019;60:21–8.*
- *Kambadakone AR, Eisner BH, Catalano OA, Sahani DV. New and evolving concepts in the imaging and management of urolithiasis: urologists' perspective. Radiographics 2010;30:603–23.*
- *Selby MG, Vrtiska TJ, Krambeck AE, McCollough CH, Elsherbiny HE, Bergstralh EJ, et al. Quantification of asymptomatic kidney stone burden by computed tomography for predicting future symptomatic stone events. Urology 2015;85:45–50.*
- *Eiber M, Holzapfel K, Frimberger M, Straub M, Schneider H, Rummeny EJ, et al. Targeted dual-energy singlesource CT for characterisation of urinary calculi: experimental and clinical experience. Eur Radiol 2012;22:251–8.*
- *Chalasani V, Bissoon D, Bhuvanagir AK, Mizzi A, Dunn IB. Should PCNL patients have a CT in the prone position preoperatively? Can J Urol 2010;17:5082–6.*
- *Marchini GS, Berto FC, Vicentini FC, Shan CJ, Srougi M, Mazzucchi E. Preoperative planning with noncontrast computed tomography in the prone and supine position for percutaneous nephrolithotomy: a practical overview. J Endourol 2015;29:6–12.*
- *Haustein J, Niendorf HP, Krestin G, Louton T, Schuhmann-Giampieri G, Clauss W, et al. Renal tolerance of gadolinium-DTPA/dimeglumine in patients with chronic renal failure. Invest Radiol 1992;27:153–6.*
- *Jiao B, Ding Z, Luo Z, Lai S, Xu X, Chen X, et al. Singleversus Multiple-Tract Percutaneous Nephrolithotomy in the Surgical Management of Staghorn Stones or Complex Caliceal Calculi: A Systematic Review and Meta-analysis. BioMed Res Int 2020;2020:8817070.*
- *Türk C, Petřík A, Sarica K, Seitz C, Skolarikos A, Straub M, et al. EAU Guidelines on Interventional Treatment for Urolithiasis. Eur Urol 2016;69:475–82.*
- *56.Chen D, Jiang C, Liang X, Zhong F, Huang J, Lin Y, et al Early and rapid prediction of postoperative infections following percutaneous nephrolithotomy in patients with complex kidney stones. BJU Int 2019;123:1041–7.*
- *Ruan S, Chen Z, Zhu Z, Zeng H, Chen J, Chen H. Value of preoperative urine white blood cell and nitrite in predicting*
- *postoperative infection following percutaneous nephrolithotomy: a meta-analysis. Transl Androl Urol 2021;10:195–203.*
- *Naspro R, Rossini R, Musumeci G, Gadda F, Pozzo LF. Antiplatelet therapy in patients with coronary stent undergoing urologic surgery: is it still no man's land? Eur Urol 2013;64:101–5.*
- *59. Douketis JD, Spyropoulos AC, Spencer FA, Mayr M, Jaffer AK, Eckman MH, et al. Perioperative management of*

- *antithrombotic therapy: Antithrombotic Therapy and Prevention of Thrombosis, 9th ed: American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. Chest 2012;141(Suppl):e326S–50S.*
- *60. Vivas D, Roldán I, Ferrandis R, Marín F, Roldán V, Tello-Montoliu A, et al.; Expert reviewers. Perioperative and Periprocedural Management of Antithrombotic Therapy: consensus Document of SEC, SEDAR, SEACV, SECTCV, AEC, SECPRE, SEPD, SEGO, SEHH, SETH, SEMERGEN, SEMFYC, SEMG, SEMICYUC, SEMI, SEMES, SEPAR, SENEC, SEO, SEPA, SERVEI, SECOT and AEU. Rev Esp Cardiol (Engl Ed) 2018;71:553–64.*
- *Rossini R, Musumeci G, Visconti LO, Bramucci E, Castiglioni B, De Servi S, et al.; Italian Society of Invasive Cardiology (SICI-GISE); Italian Association of Hospital Cardiologists (ANMCO); Italian Society for Cardiac Surgery (SICCH); Italian Society of Vascular and Endovascular Surgery (SICVE);Italian Association of Hospital Surgeons (ACOI); Italian Society of Surgery (SIC); Italian Society of Anaesthesia and Intensive Care Medicine (SIAARTI); Lombard Society of Surgery (SLC); Italian Society of Maxillofacial Surgery (SICMF); Italian Society of Reconstructive Plastic Surgery and Aesthetics (SICPRE); Italian Society of Thoracic Surgeons (SICT); Italian Society of Urology (SIU); Italian Society of Orthopaedics and Traumatology (SIOT); Italian Society of Periodontology (SIdP); Italian Federation of Scientific Societies of Digestive System Diseases Lombardia (FISMAD); Association of Obstetricians Gynaecologists Italian Hospital Lombardia (AOGOI); Society of Ophthalmology Lombardia (SOL). Perioperative management of antiplatelet therapy in patients with coronary stents undergoing cardiac and non-cardiac surgery: a consensus document from Italian cardiological, surgical and anaesthesiological societies. EuroIntervention 2014;10:38–46.*
- *Berger PB, Kleiman NS, Pencina MJ, Hsieh WH, Steinhubl SR, Jeremias A, et al.; EVENT Investigators. Frequency of major noncardiac surgery and subsequent adverse events in the year after drug-eluting stent placement results from the EVENT (Evaluation of Drug-Eluting Stents and Ischemic Events) Registry. JACC Cardiovasc Interv 2010;3:920–7.*
- *Kozek-Langenecker SA, Ahmed AB, Afshari A, Albaladejo P, Aldecoa C, Barauskas G, et al. Management of severe perioperative bleeding: guidelines from the European Society of Anaesthesiology: First update 2016. Eur J Anaesthesiol 2017;34:332–95.*
- *Doherty JU, Gluckman TJ, Hucker WJ, Januzzi JL Jr, Ortel TL, Saxonhouse SJ, et al. 2017 ACC Expert Consensus Decision Pathway for Periprocedural Management of Anticoagulation in Patients With Nonvalvular Atrial Fibrillation: A Report of the American College of Cardiology Clinical Expert Consensus Document Task Force. J Am Coll Cardiol 2017;69:871–98.*
- *Kirchhof P, Benussi S, Kotecha D, Ahlsson A, Atar D, Casadei B, et al.; ESC Scientific Document Group. 2016 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with EACTS. Eur Heart J 2016;37:2893–962.*
- *Hidalgo F, Gómez-Luque A, Ferrandis R, Llau JV, de Andrés J, Gomar C, et al. [Perioperative management of direct oral anticoagulant in emergency surgery and bleeding.Haemostasis monitoring and treatment]. Rev Esp Anestesiol Reanim 2015;62:450–60. [Spanish]*
- *Faraoni D, Levy JH, Albaladejo P, Samama CM; Groupe d'Intérêt en Hémostase Périopératoire. Updates in the perioperative and emergency management of non-vitamin K antagonist oral anticoagulants. Crit Care 2015;19:203.*
- *Mantz J, Samama CM, Tubach F, Devereaux PJ, Collet JP, Albaladejo P, et al.; Stratagem Study Group. Impact of preoperative maintenance or interruption of aspirin on thrombotic and bleeding events after elective non-cardiac surgery: the multicentre, randomized, blinded, placebo-controlled, STRATAGEM trial. Br J Anaesth 2011;107:899–910.*
- *Liu X, Huang G, Zhong R, Hu S, Deng R. Comparison of Percutaneous Nephrolithotomy Under Regional versus General Anesthesia: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. Urol Int 2018;101:132–42.*
- *Aravantinos E, Karatzas A, Gravas S, Tzortzis V, Melekos M. Feasibility of percutaneous nephrolithotomy under assisted local anaesthesia: a prospective study on selected patients with upper urinary tract obstruction. Eur Urol 2007;51:224–7, discussion 228.*
- *Malik I, Wadhwa R; Current Clinical Opinions and Anesthesiologists Perspective. Percutaneous Nephrolithotomy: Current Clinical Opinions and Anesthesiologists Perspective. Anesthesiol Res Pract 2016;2016:9036872.*

- *Zhao Z, Fan J, Liu Y, de la Rosette J, Zeng G. Percutaneous nephrolithotomy: position, position, position! Urolithiasis 2018;46:79–86.*
- *73. Yue G, Lei Y, Karagöz MA, Zhu H, Cheng D, Cai C, et al. Comparison of the Prone Split-Leg Position with the Traditional Prone Position in Percutaneous Nephrolithotomy: A Propensity Score-Matching Study. J Endourol2021 ;35:1333–9.*
- *Ibarluzea G, Scoffone CM, Cracco CM, Poggio M, Porpiglia F, Terrone C, et al. Supine Valdivia and modified lithotomy position for simultaneous anterograde and retrograde endourological access. BJU Int 2007;100:233–6.*
- *75. Valdivia Uría JG, Valle Gerhold J, López López JA, Villarroya Rodriguez S, Ambroj Navarro C, Ramirez Fabián M, et al. Technique and complications of percutaneous nephroscopy: experience with 557 patients in the supine position. J Urol 1998;160:1975–8.*
- *Keller EX, DE Coninck V, Proietti S, Talso M, Emiliani E, Ploumidis A, et al.; European Association of Urology - European Society of Residents in Urology (EAU-ESRU). Prone versus supine percutaneous nephrolithotomy: a systematic review and meta-analysis of current literature. Minerva Urol Nephrol 2021;73:50–8.*
- *Li J, Gao L, Li Q, Zhang Y, Jiang Q. Supine versus prone position for percutaneous nephrolithotripsy: A meta-analysis of randomized controlled trials. Int J Surg 2019;66:62–71.*
- *Falahatkar S, Mokhtari G, Teimoori M. An Update on Supine Versus Prone Percutaneous Nephrolithotomy: A Metaanalysis. Urol J 2016;13:2814–22.*
- *Pelosi P, Croci M, Calappi E, Cerisara M, Mulazzi D, Vicardi P, et al. The prone positioning during general anesthesia minimally affects respiratory mechanics while improving functional residual capacity and increasing oxygen tension. Anesth Analg 1995;80:955–60.*
- *Lumb AB, Nunn JF. Respiratory function and ribcage contribution to ventilation in body positions commonly used during anesthesia. Anesth Analg 1991;73:422–6.*
- *Palmon SC, Kirsch JR, Depper JA, Toung TJ. The effect of the prone position on pulmonary mechanics is frame-dependent. Anesth Analg 1998;87:1175–80.*
- *Al-Dessoukey AA, Moussa AS, Abdelbary AM, Zayed A, Abdallah R, Elderwy AA, et al. Percutaneous nephrolithotomy in the oblique supine lithotomy position and prone position: a comparative study. J Endourol 2014;28:1058–63.*
- *Yang YH, Wen YC, Chen KC, Chen C. Ultrasoundguided versus fluoroscopy-guided percutaneous nephrolithotomy: a systematic review and meta-analysis. World J Urol 2019;37:777–88.*
- *Zhu W, Li J, Yuan J, Liu Y, Wan SP, Liu G, et al. A prospective and randomised trial comparing fluoroscopic, total ultrasonographic, and combined guidance for renal access in mini-percutaneous nephrolithotomy. BJU Int2017 ;119:612–8.*
- *Ghani KR, Patel U, Anson K. Computed tomography for percutaneous renal access. J Endourol 2009;23:1633–9.*
- *Isac W, Rizkala E, Liu X, Noble M, Monga M. Endoscopic-guided versus fluoroscopic-guided renal access for percutaneous nephrolithotomy: a comparative analysis. Urology 2013;81:251–6.*
- *Matlaga BR, Shah OD, Zagoria RJ, Dyer RB, Streem SB, Assimos DG. Computerized tomography guided access for percutaneous nephrostolithotomy. J Urol 2003;170:45–7.*
- *Lima E, Rodrigues PL, Mota P, Carvalho N, Dias E, Correia-Pinto J, et al. Ureteroscopy-assisted Percutaneous Kidney Access Made Easy: First Clinical Experience with a Novel Navigation System Using Electromagnetic Guidance (IDEAL Stage 1). Eur Urol 2017;72:610–6.*
- *Bader MJ, Gratzke C, Seitz M, Sharma R, Stief CG, Desai M. The "all-seeing needle": initial results of an optical puncture system confirming access in percutaneous nephrolithotomy. Eur Urol 2011;59:1054–9.*
- *Ruhayel Y, Tepeler A, Dabestani S, MacLennan S, Petřík A, Sarica K, et al. Tract Sizes in Miniaturized Percutaneous Nephrolithotomy: A Systematic Review from the European Association of Urology Urolithiasis Guidelines Panel. Eur Urol 2017;72:220–35.*

- *Zeng G, Cai C, Duan X, Xu X, Mao H, Li X, et al. Mini Percutaneous Nephrolithotomy Is a Noninferior Modality to Standard Percutaneous Nephrolithotomy for the Management of 20-40mm Renal Calculi: A Multicenter Randomized Controlled Trial. Eur Urol 2021;79:114–21.*
- *Kukreja R, Desai M, Patel S, Bapat S, Desai M. Factors affecting blood loss during percutaneous nephrolithotomy: prospective study. J Endourol 2004;18:715–22.*
- *Zhong W, Wen J, Peng L, Zeng G. Enhanced super-miniPCNL (eSMP): low renal pelvic pressure and high stone removal efficiency in a prospective randomized controlled trial. World J Urol 2021;39:929–34.*
- *Reeves T, Pietropaolo A, Gadzhiev N, Seitz C, Somani BK. Role of Endourological Procedures (PCNL and URS) on Renal Function: a Systematic Review. Curr Urol Rep 2020;21:21.*
- *Wen J, Xu G, Du C, Wang B. Minimally invasive percutaneous nephrolithotomy versus endoscopic combined intrarenal surgery with flexible ureteroscope for partial staghorn calculi: A randomised controlled trial. Int J Surg 2016;28:22–7.*
- *Hamamoto S, Yasui T, Okada A, Taguchi K, Kawai N, Ando R, et al. Endoscopic combined intrarenal surgery for large calculi: simultaneous use of flexible ureteroscopy and mini-percutaneous nephrolithotomy overcomes the disadvantageous of percutaneous nephrolithotomy monotherapy. J Endourol. 2014;28:28–3.*
- *Tokas T, Skolarikos A, Herrmann TR, Nagele U; Training and Research in Urological Surgery and Technology (T.R.U.S.T.)-Group. Pressure matters 2: intrarenal pressure ranges during upper-tract endourological procedures. World J Urol 2019;37:133–42.*
- *Wu Y, Xun Y, Lu Y, Hu H, Qin B, Wang S. Effectiveness and safety of four tract dilation methods of percutaneous nephrolithotomy: A meta-analysis. Exp Ther Med 2020;19:2661–71.*
- *Peng PX, Lai SC, Seery S, He YH, Zhao H, Wang XM, et al. Balloon versus Amplatz for tract dilation in fluoroscopically guided percutaneous nephrolithotomy: a systematic review and meta-analysis. BMJ Open 2020;10:e035943.*
- *Peng PX, Lai SC, Ding ZS, He YH, Zhou LH, Wang XM, et al. One-shot dilation versus serial dilation technique for access in percutaneous nephrolithotomy: a systematic review and meta-analysis. BMJ Open 2019;9:e025871.*
- *Pakmanesh H, Daneshpajooh A, Mirzaei M, Shahesmaeili A, Hashemian M, Alinejad M, et al. Amplatz versus Balloon for Tract Dilation in Ultrasonographically Guided Percutaneous Nephrolithotomy: A Randomized Clinical Trial. BioMed Res Int 2019;2019:3428123.*
- *Srivastava A, Singh S, Dhayal IR, Rai P. A prospective randomized study comparing the four tract dilation methods of percutaneous nephrolithotomy. World J Urol 2017;35:803–7.*
- *Zeng G, Zhao Z, Zhong W, Wu K, Chen W, Wu W, et al. Evaluation of a novel fascial dilator modified with scale marker in percutaneous nephrolithotomy for reducing the X-ray exposure: a randomized clinical study. J Endourol 2013;27:1335–40.*
- *Radfar MH, Basiri A, Nouralizadeh A, Shemshaki H, Sarhangnejad R, Kashi AH, et al. Comparing the Efficacy and Safety of Ultrasonic Versus Pneumatic Lithotripsy in Percutaneous Nephrolithotomy: A Randomized Clinical Trial. Eur Urol Focus 2017;3:82–8.*
- *York NE, Borofsky MS, Chew BH, Dauw CA, Paterson RF, Denstedt JD, et al. Randomized Controlled Trial Comparing Three Different Modalities of Lithotrites for Intracorporeal Lithotripsy in Percutaneous Nephrolithotomy. J Endourol 2017;31:1145–51.*
- *Lehman DS, Hruby GW, Phillips C, Venkatesh R, Best S, Monga M, et al. Prospective randomized comparison of a combined ultrasonic and pneumatic lithotrite with a standard ultrasonic lithotrite for percutaneous nephrolithotomy. J Endourol 2008;22:285–9.*
- *El-Nahas AR, Elshal AM, El-Tabey NA, El-Assmy AM, Shokeir AA. Percutaneous nephrolithotomy for staghorn stones: a randomised trial comparing high-power holmium laser versus ultrasonic lithotripsy. BJU Int 2016;118:307–12.*

- *Grosso AA, Sessa F, Campi R, Viola L, Polverino P, Crisci A, et al. Intraoperative and postoperative surgical complications after ureteroscopy, retrograde intrarenal surgery, and percutaneous nephrolithotomy: a systematic review. Minerva Urol Nephrol 2021;73:309–32.*
- *Karakan T, Diri A, Hascicek AM, Ozgur BC, Ozcan S, Eroglu M. Comparison of ultrasonic and pneumatic intracorporeal lithotripsy techniques during percutaneous nephrolithotomy. ScientificWorldJournal 2013;2013:604361.*
- *Large T, Nottingham C, Brinkman E, Agarwal D, Ferrero A, Sourial M, et al. Multi-Institutional Prospective Randomized Control Trial of Novel Intracorporeal Lithotripters: ShockPulse-SE vs Trilogy Trial. J Endourol 2021;35:1326–32.*
- *Zeng G, Wan S, Zhao Z, Zhu J, Tuerxun A, Song C, et al. Super-mini percutaneous nephrolithotomy (SMP): a new concept in technique and instrumentation. BJU Int 2016;117:655–61.*
- *Chen S, Zhu L, Yang S, Wu W, Liao L, Tan J. High- vs low-power holmium laser lithotripsy: a prospective, randomized study in patients undergoing multitract minipercutaneous nephrolithotomy. Urology 2012;79:293–7.*
- *Enikeev D, Taratkin M, Klimov R, Alyaev Y, Rapoport L, Gazimiev M, et al. Thulium-fiber laser for lithotripsy: first clinical experience in percutaneous nephrolithotomy. World J Urol 2020;38:3069–74.*
- *Portis AJ, Laliberte MA, Drake S, Holtz C, Rosenberg MS, Bretzke CA. Intraoperative fragment detection during percutaneous nephrolithotomy: evaluation of high magnification rotational fluoroscopy combined with aggressive nephroscopy. J Urol 2006;175:162–5, discussion 165–6.*
- *Harraz AM, Osman Y, El-Nahas AR, Elsawy AA, Fakhreldin I, Mahmoud O, et al. Residual stones after percutaneous nephrolithotomy: comparison of intraoperative assessment and postoperative non-contrast computerized tomography. World J Urol 2017;35:1241–6.*
- *Nevo A, Holland R, Schreter E, Gilad R, Baniel J, Cohen A, et al. How Reliable Is the Intraoperative Assessment of Residual Fragments During Percutaneous Nephrolithotomy? A Prospective Study. J Endourol 2018;32:471–5.*
- *Portis AJ, Laliberte MA, Holtz C, Ma W, Rosenberg MS, Bretzke CA. Confident intraoperative decision making during percutaneous nephrolithotomy: does this patient need a second look? Urology 2008;71:218–22.*
- *Shah C, Basnet RB, Shah A, Chhettri P, Chapagain A, Shrestha PM, et al. Stone Clearance by Computed Tomography after Percutaneous Nephrolithotomy: A Descriptive Cross-sectional Study. JNMA J Nepal Med Assoc 2020;58:587–90.*
- *Van den Broeck T, Zhu X, Kusters A, Futterer J, Langenhuijsen J, d'Ancona F. Percutaneous Nephrolithotomy with Intraoperative Computed Tomography Scanning Improves Stone-Free Rates. J Endourol 2021;35:267–73.*
- *Roy OP, Angle JF, Jenkins AD, Schenkman NS. Cone beam computed tomography for percutaneous nephrolithotomy: initial evaluation of a new technology. J Endourol 2012;26:814–8.*
- *Usawachintachit M, Tzou DT, Hu W, Li J, Chi T. X-rayfree Ultrasound-guided Percutaneous Nephrolithotomy: How to Select the Right Patient? Urology 2017;100:38–44.*
- *Birowo P, Raharja PA, Putra HW, Rustandi R, Atmoko W, Rasyid N. X-ray-free ultrasound-guided versus fluoroscopy-guided percutaneous nephrolithotomy: a comparative study with historical control. Int Urol Nephrol 2020;52:2253–9.*
- *Xun Y, Wang Q, Hu H, Lu Y, Zhang J, Qin B, et al. Tubeless versus standard percutaneous nephrolithotomy: an update meta-analysis. BMC Urol 2017;17:102.*
- *Zhong Q, Zheng C, Mo J, Piao Y, Zhou Y, Jiang Q. Total tubeless versus standard percutaneous nephrolithotomy: a meta-analysis. J Endourol 2013;27:420–6.*
- *Li Q, Gao L, Li J, Zhang Y, Jiang Q. Total tubeless versus standard percutaneous nephrolithotomy: a meta-analysis. Minim Invasive Ther Allied Technol 2020;29:61–9.*
- *Borges CF, Fregonesi A, Silva DC, Sasse AD. Systematic Review and Meta-Analysis of Nephrostomy Placement Versus Tubeless Percutaneous Nephrolithotomy. J Endourol 2010. [Epub ahead of print]*
- *Istanbulluoglu MO, Cicek T, Ozturk B, Gonen M, Ozkardes H. Percutaneous nephrolithotomy: nephrostomy or tubeless or totally tubeless? Urology 2010;75:1043–6.*

- *Jou YC, Cheng MC, Sheen JH, Lin CT, Chen PC. Electrocauterization of bleeding points for percutaneous nephrolithotomy. Urology 2004;64:443–6, discussion 446–7.*
- *Shah HN, Hegde S, Shah JN, Mohile PD, Yuvaraja TB, Bansal MB. A prospective, randomized trial evaluating the safety and efficacy of fibrin sealant in tubeless percutaneous nephrolithotomy. J Urol 2006;176:2488–92, discussion 2492–3.*
- *Nagele U, Schilling D, Anastasiadis AG, Corvin S, Seibold J, Kuczyk M, et al. Closing the tract of mini-percutaneous nephrolithotomy with gelatine matrix hemostatic sealant can replace nephrostomy tube placement. Urology 2006;68:489–93, discussion 493–4.*
- *Olvera-Posada D, Ali SN, Dion M, Alenezi H, Denstedt JD, Razvi H. Natural History of Residual Fragments After Percutaneous Nephrolithotomy: Evaluation of Factors Related to Clinical Events and Intervention. Urology 2016;97:46–50.*
- *Gokce MI, Ozden E, Suer E, Gulpinar B, Gulpınar O, Tangal S. Comparison of imaging modalities for detection of residual fragments and prediction of stone related events following percutaneous nephrolitotomy. Int Braz J Urol 2015;41:86–90.*
- *Lehtoranta K, Mankinen P, Taari K, Rannikko S, Lehtonen T, Salo J. Residual stones after percutaneous nephrolithotomy; sensitivities of different imaging methods in renal stone detection. Ann Chir Gynaecol 1995;84:43–9.*
- *Wishahi M, Elganzoury H, Elkhouly A, Kamal AM, Badawi M, Eseaily K, et al. Computed tomography versus plain radiogram in evaluation of residual stones after percutaneous nephrolithotomy or pyelonephrolithotomy for complex multiple and branched kidney stones. J Egypt Soc Parasitol 2015;45:321–4.*
- *Pires C, Machet F, Dahmani L, Irani J, Dore B. [Sensitivity of abdominal radiography without preparation compared with computed tomography in the assessment of residual fragments after percutaneous nephrolithotomy]. Prog Urol 2003;13:581–4. [French]*
- *Pearle MS, Watamull LM, Mullican MA. Sensitivity of noncontrast helical computerized tomography and plain film radiography compared to flexible nephroscopy for detecting residual fragments after percutaneous nephrostolithotomy. J Urol 1999;162:23–6.*
- *Taguchi K, Cho SY, Ng AC, Usawachintachit M, Tan YK, Deng YL, et al. The Urological Association of Asia clinical guideline for urinary stone disease. Int J Urol 2019;26:688–709.*
- *Sarica K, Yuruk E. What should we do with residual fragments. Arch Esp Urol 2017;70:245–50.*
- *Brain E, Geraghty RM, Lovegrove CE, Yang B, Somani BK. Natural History of Post-Treatment Kidney Stone Fragments: A Systematic Review and Meta-Analysis. J Urol 2021;206:526–38.*
- *Suarez-Ibarrola R, Hein S, Miernik A. Residual stone fragments: clinical implications and technological innovations. Curr Opin Urol 2019;29:129–34.*
- *Prezioso D, Barone B, Di Domenico D, Vitale R. Stone residual fragments: A thorny problem. Urologia 2019;86:169–76.*
- *Jiao B, Luo Z, Huang T, Zhang G, Yu J. A systematic review and meta-analysis of minimally invasive vs. standard percutaneous nephrolithotomy in the surgical management of renal stones. Exp Ther Med 2021;21:213.*
- *Feng D, Hu X, Tang Y, Han P, Wei X. The efficacy and safety of miniaturized percutaneous nephrolithotomy versus standard percutaneous nephrolithotomy: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Investig Clin Urol 2020;61:115–26.*
- *Akilov FA, Giyasov SI, Mukhtarov ST, Nasirov FR, Alidjanov JF. Applicability of the Clavien-Dindo grading system for assessing the postoperative complications of endoscopic surgery for nephrolithiasis: a critical review. Turk J Urol 2013;39:153–60.*
- *Kandemir E, Savun M, Sezer A, Erbin A, Akbulut MF,Sarılar Ö. Comparison of Miniaturized Percutaneous Nephrolithotomy and Standard Percutaneous Nephrolithotomy in Secondary Patients: A Randomized Prospective Study. J Endourol 2020;34:26–32.*

- *Güler A, Erbin A, Ucpinar B, Savun M, Sarilar O, Akbulut MF. Comparison of miniaturized percutaneous nephrolithotomy and standard percutaneous nephrolithotomy for the treatment of large kidney stones: a randomized prospective study. Urolithiasis 2019;47:289–95.*
- *Richstone L, Reggio E, Ost MC, Seideman C, Fossett LK, Okeke Z, et al. First Prize (tie): Hemorrhage following percutaneous renal surgery: characterization of angiographic findings. J Endourol 2008;22:1129–35.*
- *Zeng G, Mai Z, Zhao Z, Li X, Zhong W, Yuan J, et al.Treatment of upper urinary calculi with Chinese minimally invasive percutaneous nephrolithotomy: a single-center experience with 12,482 consecutive patients over 20 years. Urolithiasis 2013;41:225–9.*
- *Kessaris DN, Bellman GC, Pardalidis NP, Smith AG. Management of hemorrhage after percutaneous renal surgery. J Urol 1995;153:604–8.*
- *Sacha K, Szewczyk W, Bar K. Massive hemorrhage presenting as a complication after percutaneous nephrolithotomy (PCNL). Int Urol Nephrol 1996;28:315–8.*
- *Martin X, Murat FJ, Feitosa LC, Rouvière O, Lyonnet D, Gelet A, et al. Severe bleeding after nephrolithotomy: results of hyperselective embolization. Eur Urol 2000;37:136–9.*
- *Akman T, Binbay M, Sari E, Yuruk E, Tepeler A, Akcay M, et al. Factors affecting bleeding during percutaneous nephrolithotomy: single surgeon experience. J Endourol 2011;25:327–33.*
- *Li Z, Wu A, Liu J, Huang S, Chen G, Wu Y, et al. Risk factors for hemorrhage requiring embolization after percutaneous nephrolithotomy: a meta-analysis. Transl Androl Urol 2020;9:210–7.*
- *Ullah S, Ali S, Karimi S, Farooque U, Hussain M, Qureshi F, et al. Frequency of Blood Transfusion in Percutaneous Nephrolithotomy. Cureus 2020;12:e11086.*
- *El-Nahas AR, Shokeir AA, El-Assmy AM, Mohsen T, Shoma AM, Eraky I, et al. Post-percutaneous nephrolithotomy extensive hemorrhage: a study of risk factors. J Urol 2007;177:576–9.*
- *Sahan A, Cubuk A, Ozkaptan O, Ertas K, Toprak T, Eryildirim B, et al. How does puncture modality affect the risk of intraoperative bleeding during percutaneous nephrolithotomy? A prospective randomized trial. Actas Urol Esp (Engl Ed) 2021;45:486–92.*
- *Yu C, Xu Z, Long W, Longfei L, Feng Z, Lin Q, et al. Hemostatic agents used for nephrostomy tract closure after tubeless PCNL: a systematic review and meta-analysis. Urolithiasis 2014;42:445–53.*
- *Yu HS, Ryu JW, Kim SO, Kang TW, Kwon DD, Park K, et al. Hemostatic completion of percutaneous nephrolithotomy using electrocauterization and a clear amplatz renal sheath. Int Braz J Urol 2016;42:170–1.*
- *Zhong W, Zeng G, Wu K, Li X, Chen W, Yang H. Does a smaller tract in percutaneous nephrolithotomy contribute to high renal pelvic pressure and postoperative fever? J Endourol 2008;22:2147–51.*
- *Wang S, Yuan P, Peng E, Xia D, Xu H, Wang S, et al. Risk Factors for Urosepsis after Minimally Invasive Percuta-neous Nephrolithotomy in Patients with Preoperative Urinary Tract Infection. BioMed Res Int 2020;2020:1354672.*
- *Singh I, Shah S, Gupta S, Singh NP. Efficacy of Intraoperative Renal Stone Culture in Predicting Postpercutaneous Nephrolithotomy Urosepsis/Systemic Inflammatory Response Syndrome: A Prospective Analytical Study with Review of Literature. J Endourol 2019;33:84–92.*
- *Liu M, Chen J, Gao M, Zeng H, Cui Y, Zhu Z, et al. Preoperative Midstream Urine Cultures vs Renal Pelvic Urine Culture or Stone Culture in Predicting Systemic Inflammatory Response Syndrome and Urosepsis After Percutaneous Nephrolithotomy: A Systematic Review and Meta-Analysis. J Endourol 2021;35:1467–78.*
- *Castellani D, Teoh JY, Pavia MP, Pretore E, Dell'Atti L, Galosi AB, et al. Assessing the optimal urine culture for predicting systemic inflammatory response syndrome after percutaneous nephrolithotomy and retrograde intrarenal surgery: results from a systematic review and meta-analysis. J Endourol 2022;36:158–68.*

- *Wu H, Wang Z, Zhu S, Rao D, Hu L, Qiao L, et al. Uroseptic Shock Can Be Reversed by Early Intervention Based on Leukocyte Count 2 h Post-operation: Animal Model and Multicenter Clinical Cohort Study. Inflammation 2018;41:1835–41.*
- *Qi T, Lai C, Li Y, Chen X, Jin X. The predictive and diagnostic ability of IL-6 for postoperative urosepsis in patients undergoing percutaneous nephrolithotomy. Urolithiasis 2021;49:367–75.*
- *Xu H, Hu L, Wei X, Niu J, Gao Y, He J, et al. The Predictive Value of Preoperative High-Sensitive C-Reactive Protein/Albumin Ratio in Systemic Inflammatory Response Syndrome After Percutaneous Nephrolithotomy. J Endourol 2019;33:1–8.*
- *Bonkat G, Cai T, Veeratterapillay R, Bruyère F, Bartoletti R, Pilatz A, et al. Management of Urosepsis in 2018. Eur Urol Focus 2019;5:5–9.*
- *Singer M, Deutschman CS, Seymour CW, Shankar-Hari M, Annane D, Bauer M, et al. The Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). JAMA 2016;315:801–10.*
- *Peng Y, Zhang W, Xu Y, Li L, Yu W, Zeng J, et al. Performance of SOFA, qSOFA and SIRS to predict septic shock after percutaneous nephrolithotomy. World J Urol 2021;39:501–10.*
- *Lojanapiwat B, Prasopsuk S. Upper-pole access for percutaneous nephrolithotomy: comparison of supracostal and infracostal approaches. J Endourol 2006;20:491–4.*
- *Kamphuis GM, Baard J, Westendarp M, de la Rosette JJ. Lessons learned from the CROES percutaneous nephrolithotomy global study. World J Urol 2015;33:223–33.*
- *Wollin DA, Preminger GM. Percutaneous nephrolithotomy: complications and how to deal with them. Urolithiasis 2018;46:87–97.*
- *Rai A, Kozel Z, Hsieh A, Aro T, Smith A, Hoenig D, et al. Conservative Management of Liver Perforation During Percutaneous Nephrolithotomy: Case Couplet Presentation. J Endourol Case Rep 2020;6:260–3.*
- *El-Nahas AR, Mansour AM, Ellaithy R, Abol-Enein H. Case report: conservative treatment of liver injury during percutaneous nephrolithotomy. J Endourol 2008;22:1649–52.*
- *Paredes-Bhushan V, Raffin EP, Denstedt JD, Chew BH, Knudsen BE, Miller NL, et al. Outcomes of Conservative Management of Splenic Injury Incurred During Percutaneous Nephrolithotomy. J Endourol 2020;34:811–5.*
- *Öztürk H. Gastrointestinal system complications in percutaneous nephrolithotomy: a systematic review. J Endourol 2014;28:1256–67.*
- *Hur KJ, Moon HW, Kang SM, Kim KS, Choi YS, Cho H. Incidence of posterolateral and retrorenal colon in supine and prone position in percutaneous nephrolithotomy. Urolithiasis 2021;49:585–90.*
- *Traxer O. Management of injury to the bowel during percutaneous stone removal. J Endourol 2009;23:1777–80.*
- *Salvi M, Muto G, Tuccio A, Grosso AA, Mari A, Crisci A, et al. Active treatment of renal stones in pelvic ectopic kidney: systematic review of literature. Minerva Urol Nefrol 2020;72:691–7.*
- *Maghsoudi R, Etemadian M, Kashi AH, Mehravaran K. Management of Colon Perforation During Percutaneous Nephrolithotomy: 12 Years of Experience in a Referral Center. J Endourol 2017;31:1032–6.*
- *AslZare M. Darabi MR, Shakiba B, Gholami-Mahtaj L. Colonic perforation during percutaneous nephrolithotomy: An 18-year experience. Can Urol Assoc J 2014;8:323–6.*
- *de la Rosette JJ, Opondo D, Daels FP, Giusti G, Serrano A, Kandasami SV, et al.; CROES PCNL Study Group. Categorisation of complications and validation of the Clavien score for percutaneous nephrolithotomy. Eur Urol 2012;62:246–55.*
- *Desai MR, Kukreja RA, Desai MM, Mhaskar SS, Wani KA, Patel SH, et al. A prospective randomized comparison of type of nephrostomy drainage following percutaneous nephrostolithotomy: large bore versus small bore versus tubeless. J Urol 2004;172:565–7.*
- *Ansari H, Tomar V, Yadav SS, Agarwal N. Study of predictive factors affecting the prolonged urinary leakage after percutaneous nephrolithotomy. Urol Ann 2016;8:60–5.*