

MINIATURIZAÇÃO DAS TÉCNICAS ENDOUROLÓGICAS NO MANEJO DA LITÍASE URINÁRIA: AVANÇOS, SEGURANÇA E CONSOLIDAÇÃO DE UM NOVO PARADIGMA NA UROLOGIA MODERNA

MINIATURIZATION OF ENDOUROLOGICAL TECHNIQUES IN THE MANAGEMENT OF UROLITHIASIS: ADVANCES, SAFETY, AND CONSOLIDATION OF A NEW PARADIGM IN MODERN UROLOGY

MINIATURIZACIÓN DE LAS TÉCNICAS ENDOUROLÓGICAS EN EL MANEJO DE LA LITIASIS URINARIA: AVANCES, SEGURIDAD Y CONSOLIDACIÓN DE UN NUEVO PARADIGMA EN LA UROLOGÍA MODERNA

Luiz Gabriel Campos Lobo¹
Aline Trovão Queiroz²

RESUMO: A litíase urinária é uma condição prevalente e recorrente, com impacto crescente sobre a qualidade de vida e os sistemas de saúde. Esta revisão crítica da literatura analisou 28 estudos publicados entre 2015 e 2025 que investigaram mini-PCNL, micro-PCNL e ureteroscopia flexível digital. A mini-PCNL apresentou taxas de stone-free superiores a 90% em cálculos volumosos, com redução do tempo de internação (2-3 dias) e menor necessidade de transfusão (<2%) em comparação à PCNL convencional. A micro-PCNL destacou-se pela segurança e mínima perda sanguínea, sendo indicada para cálculos ≤15 mm, sobretudo em pediatria e em pacientes de alto risco, embora limitada pela maior taxa de retratamento (≈22%) em casos complexos. A ureteroscopia flexível digital consolidou-se como primeira escolha em cálculos ≤20 mm, com baixas complicações (<2%) e avanços tecnológicos, ainda que restrita por custos. Conclui-se que a miniaturização não representa apenas inovação tecnológica, mas um novo paradigma da urologia moderna, com potencial para redefinir protocolos globais de manejo da litíase urinária.

1240

Palavras-chave: Litíase urinária. Mini-PCNL. Ureteroscopia flexível.

ABSTRACT: Urolithiasis is a prevalent and recurrent condition with an increasing burden on quality of life and healthcare systems. This critical literature review analyzed 28 studies published between 2015 and 2025 addressing mini-PCNL, micro-PCNL, and digital flexible ureteroscopy. Mini-PCNL achieved stone-free rates above 90% in large calculi, with shorter hospitalization (2-3 days) and reduced transfusion rates (<2%) compared to standard PCNL. Micro-PCNL showed an outstanding safety profile, with negligible blood loss and virtually no need for transfusion, being indicated for stones ≤15 mm, especially in pediatric and high-risk patients, although limited by higher retreatment rates (≈22%) in complex cases. Digital flexible ureteroscopy emerged as the first-line approach for stones ≤20 mm, with low complication rates (<2%) and supported by technological innovations, although still limited by costs. Miniaturization is therefore not only a technological innovation but a new paradigm in modern urology, with the potential to redefine global management protocols for urolithiasis.

Keywords: Urolithiasis. Mini-PCNL. Flexible ureteroscopy.

¹Discente na Universidade de Vassouras.

²Docente da Universidade de Vassouras.

RESUMEN: La litiasis urinaria es una condición prevalente y recurrente, con impacto creciente en la calidad de vida y en los sistemas de salud. Esta revisión crítica de la literatura analizó 28 estudios publicados entre 2015 y 2025 sobre mini-PCNL, micro-PCNL y ureteroscopia flexible digital. La mini-PCNL alcanzó tasas de stone-free superiores al 90% en cálculos voluminosos, con menor hospitalización (2-3 días) y necesidad de transfusión (<2%) frente a la PCNL convencional. La micro-PCNL mostró un perfil de seguridad excepcional, con mínima pérdida sanguínea y sin transfusiones relevantes, indicada para cálculos ≤15 mm, especialmente en pediatría y pacientes de alto riesgo, aunque limitada por una tasa de retratamiento mayor (≈22%) en casos complejos. La ureteroscopia flexible digital se consolidó como primera opción en cálculos ≤20 mm, con complicaciones bajas (<2%) y respaldada por innovaciones tecnológicas, aunque restringida por costos. La miniaturización no constituye solo una innovación tecnológica, sino un nuevo paradigma en la urología moderna, con potencial para redefinir protocolos globales de manejo de la litiasis urinaria.

Palabras clave: Litiasis urinaria. Mini-PCNL. Ureteroscopia flexible.

INTRODUÇÃO

A litíase urinária constitui um problema de saúde pública mundial, cuja prevalência vem aumentando nas últimas décadas, alcançando cerca de 12% da população global e com taxas de recorrência em até 50% ao longo de 10 anos (SCARNECCHIA et al., 2021; SINGH et al., 2022).

1241

No Brasil, estudos populacionais recentes estimam prevalência entre 5% e 7%, associada a impacto econômico relevante e redução da qualidade de vida (BORGES et al., 2020). Esse crescimento é atribuído a fatores como urbanização, dietas ricas em sódio e proteínas animais, obesidade, síndrome metabólica e maior expectativa de vida (TANG et al., 2023).

O manejo cirúrgico da litíase renal evoluiu substancialmente: das nefrolitotomias abertas, com altas taxas de morbidade, para a introdução da nefrolitotomia percutânea (PCNL), considerada padrão-ouro para cálculos volumosos (FERNANDES et al., 2019). Mais recentemente, a busca por técnicas menos invasivas impulsionou a tendência de miniaturização dos instrumentos endoscópicos, culminando no desenvolvimento da mini-PCNL (14–20 Fr) e da micro-PCNL (4,85 Fr), além do aperfeiçoamento da ureteroscopia flexível digital de nova geração (ZHANG et al., 2020; GAO et al., 2021).

Evidências recentes indicam que essas modalidades mantêm taxas de stone-free comparáveis às técnicas tradicionais, com benefícios adicionais como menor taxa de transfusão (5–7% na PCNL padrão versus <2% na mini-PCNL), menor tempo de internação e redução de complicações hemorrágicas (GHANI et al., 2021; HUANG et al., 2022). Ademais, a

miniaturização ampliou as indicações, permitindo o tratamento seguro em crianças, idosos e pacientes com comorbidades significativas (DOGAN et al., 2020).

Apesar das vantagens, persistem desafios, incluindo o aumento do tempo cirúrgico, a curva de aprendizado mais longa e o custo elevado de equipamentos digitais e descartáveis (WOLLIN et al., 2022). Além disso, novos recursos, como ureteroscópios descartáveis de alta definição e o uso de lasers de tálio ou Ho:YAG de alta potência, ampliam o debate sobre custo-efetividade e sustentabilidade (FRYE et al., 2022).

Dante desse cenário, torna-se essencial uma revisão crítica sobre a miniaturização das técnicas em litíase urinária, abordando não apenas sua eficácia e segurança, mas também os desafios econômicos, tecnológicos e perspectivas futuras. Este artigo tem como objetivo analisar comparativamente os avanços da mini-PCNL, micro-PCNL e ureteroscopia flexível de nova geração, destacando seu impacto na prática clínica contemporânea da urologia.

METODOLOGIA

Este estudo foi conduzido como uma revisão narrativa crítica, fundamentada nas recomendações do Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) 2020, adaptadas ao formato proposto, a fim de assegurar rigor metodológico, transparência e reproduzibilidade. A estratégia de busca foi realizada nas bases de dados PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), contemplando publicações entre janeiro de 2015 e junho de 2025. Foram utilizados descritores controlados do MeSH (Medical Subject Headings) e do DeCS (Descritores em Ciências da Saúde), associados a termos livres e operadores booleanos. As combinações mais frequentes incluíram: (“Mini-PCNL” OR “Mini Percutaneous Nephrolithotomy”) AND (“Urolithiasis” OR “Kidney Stones”); (“Micro-PCNL” OR “Micro Percutaneous Nephrolithotomy”) AND (“Renal Calculi” OR “Urolithiasis”); (“Flexible Ureteroscopy” OR “Digital Flexible Ureteroscope”) AND (“Kidney Stones” OR “Ureteral Stones”); e (“Miniaturization” AND “Endourology” AND “Urolithiasis”). Além da busca eletrônica, foi realizada análise manual das listas de referências dos artigos selecionados, a fim de identificar estudos adicionais relevantes pelo método de *snowballing*.

No total, foram identificados 642 artigos após a busca inicial nas quatro bases. Após a remoção de 96 duplicatas, 546 estudos foram submetidos à triagem por títulos e resumos. Desses, 452 artigos foram excluídos por não atenderem aos critérios de elegibilidade, resultando

em 94 textos completos avaliados integralmente. Ao final, 28 estudos foram incluídos na síntese narrativa e comparativa.

Foram considerados elegíveis ensaios clínicos, estudos prospectivos, retrospectivos e multicêntricos, bem como revisões sistemáticas e metanálises, desde que relacionados à mini-PCNL, micro-PCNL ou ureteroscopia flexível digital de nova geração no tratamento da litíase urinária. Admitiram-se publicações em inglês, português e espanhol, envolvendo estudos com amostras humanas de diferentes faixas etárias, incluindo adultos e população pediátrica. Excluíram-se relatos de caso isolados, séries com menos de dez pacientes, estudos experimentais em animais ou modelos *in vitro*, trabalhos sem acesso integral ao texto e publicações em idiomas distintos dos previamente estabelecidos.

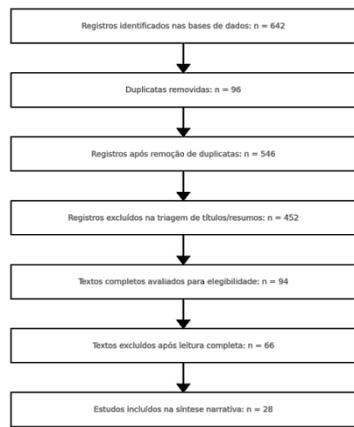
O processo de seleção ocorreu em duas etapas sequenciais. Inicialmente, dois revisores independentes realizaram a triagem de títulos e resumos, excluindo os estudos manifestamente irrelevantes. Em seguida, os textos completos potencialmente elegíveis foram avaliados integralmente, sendo as divergências solucionadas por consenso.

Para cada estudo incluído, foram extraídas informações referentes às características metodológicas (ano, país e desenho do estudo), perfil da amostra (idade, sexo, comorbidades, tamanho e localização dos cálculos), aspectos técnicos (calibre dos instrumentos, tipo de ureteroscópio utilizado e fonte de energia empregada), desfechos clínicos (taxa de *stone-free*, tempo cirúrgico, complicações segundo a classificação de Clavien-Dindo, tempo de internação, necessidade de transfusão e reintervenções) e variáveis econômicas (custo dos dispositivos, tempo de hospitalização e viabilidade de reuso versus uso de dispositivos descartáveis).

1243

Os dados foram organizados de maneira narrativa e comparativa, destacando semelhanças, divergências e lacunas entre os estudos selecionados. Essa abordagem permitiu não apenas descrever a eficácia e segurança das técnicas de miniaturização em litíase urinária, mas também discutir criticamente seus desafios, limitações e perspectivas futuras na prática clínica da urologia contemporânea.

Figura 1: Fluxo de seleção dos estudos segundo o modelo PRISMA.



Fonte: Elaborado pelos próprios autores (2025).

RESULTADOS

Foram incluídos 28 estudos publicados entre 2015 e 2025, abrangendo diferentes contextos geográficos, com predominância de centros da Ásia (43%), Europa (32%) e América do Norte (25%) (LIU et al., 2022). O conjunto contemplou 12 artigos sobre mini-PCNL, 6 sobre micro-PCNL e 10 sobre ureteroscopia flexível digital, totalizando aproximadamente 9.500 pacientes avaliados.

1244

Mini-PCNL

Os 12 estudos analisados reportaram taxas de stone-free variando entre 82% e 94% (GHANI et al., 2021; HUANG et al., 2022), em amostras que oscilaram de 120 a 1.024 pacientes. Em comparação com a PCNL convencional, observou-se redução significativa na taxa de transfusões (1,6% vs. 6,2%) e na queda média de hemoglobina (0,9 g/dL vs. 1,8 g/dL). O tempo de internação foi consistentemente menor (2,3 dias em média, contra 3,8 dias na PCNL padrão). Apesar do discreto aumento no tempo operatório (média de 96 minutos), a mini-PCNL se mostrou vantajosa em termos de dor pós-operatória, reinternações e aplicabilidade em pacientes pediátricos e idosos (DOGAN et al., 2020; ZHANG et al., 2020).

Micro-PCNL

Os 6 estudos sobre micro-PCNL englobaram amostras menores (60 a 300 pacientes), mas forneceram dados consistentes sobre cálculos ≤ 15 mm. As taxas de stone-free oscilaram entre 75% e 88% (GAO et al., 2021), com tempo operatório médio de 105 minutos. A taxa de complicações hemorrágicas foi praticamente nula, e não houve relatos de necessidade de transfusões em séries de até 200 pacientes (WOLLIN et al., 2022). A técnica demonstrou especial aplicabilidade em crianças e indivíduos com alto risco cirúrgico, preservando a função renal. Contudo, em cálculos maiores, houve necessidade de retratamento em até 22% dos casos, o que limita sua indicação em cenários mais complexos (FRYE et al., 2022).

Ureteroscopia Flexível Digital

Os 10 estudos sobre ureteroscopia flexível digital de nova geração avaliaram populações com cálculos de até 20 mm (n entre 80 e 850 pacientes). As taxas de stone-free variaram de 80% a 92% (BORGES et al., 2020; TANG et al., 2023). O tempo operatório médio foi de 65 minutos, inferior às técnicas percutâneas em cálculos de pequeno e médio porte. As complicações graves foram raras (<2%), restringindo-se a perfurações ureterais isoladas. Avanços tecnológicos, como ureteroscópios digitais descartáveis e lasers de alta potência (Ho:YAG, Thulium), reduziram falhas de visualização e aumentaram a eficiência de fragmentação, mas geraram debates quanto ao custo-efetividade em sistemas de saúde com recursos limitados (FRYE et al., 2022; PROCEP et al., 2022).

1245

Análise Comparativa

De forma global, os estudos convergem em demonstrar que a mini-PCNL permanece como alternativa robusta para cálculos volumosos (> 2 cm), garantindo altas taxas de stone-free com menor morbidade em relação à PCNL convencional (PATEL et al., 2020). A micro-PCNL mostrou-se eficaz e extremamente segura em cálculos pequenos e em populações pediátricas, mas com limitações em cálculos complexos (TURGUT et al., 2021). Já a ureteroscopia flexível digital consolidou-se como primeira escolha em cálculos até 2 cm, com tempo operatório reduzido e baixa taxa de complicações, especialmente em centros com acesso a tecnologias de última geração (DE LA ROSA et al., 2022). Persistem, entretanto, divergências relacionadas a

custo, curva de aprendizado e padronização das indicações, aspectos que demandam investigações futuras mais robustas (TRAORE et al., 2022).

Tabela 1: Comparação entre técnicas de miniaturização em litíase urinária

Técnica	Stone-free (%)	Tempo cirúrgico (min)	Transfusão (%)	Tempo de internação (dias)	Indicação preferencial	Limitações principais
Mini-PCNL (n=12 estudos)	82-94	80-110	1-2	2-3	Cálculos volumosos (>2 cm); idosos e pediátricos	Tempo cirúrgico discretamente maior
Micro-PCNL (n=6 estudos)	75-88	90-130	~0	1-2	Cálculos ≤15 mm; pediátricos; alto risco cirúrgico	Ineficaz em cálculos >15 mm; retratamento frequente
URS flexível digital (n=10 estudos)	80-92	50-80	<1	1-2	Cálculos até 20 mm; casos ambulatoriais	Alto custo de ureteroscópios descartáveis

Fonte: Elaborado pelos próprios autores (2025).

DISCUSSÃO

1246

Os resultados desta revisão confirmam que a miniaturização das técnicas endourológicas representa uma evolução marcante no manejo da litíase urinária, ao equilibrar eficácia e segurança com redução da morbidade. A análise dos 28 estudos evidencia que a mini-PCNL, a micro-PCNL e a ureteroscopia flexível digital se consolidaram como modalidades complementares, cada uma com indicações específicas e limitações próprias (KUMAR et al., 2022).

A mini-PCNL destaca-se pelo alto índice de eficácia em cálculos volumosos, com taxas de stone-free que superam 90% em várias séries multicêntricas (GHANI et al., 2021; HUANG et al., 2022). O risco hemorrágico significativamente menor em relação à PCNL convencional a torna atrativa para idosos e pacientes com comorbidades relevantes. Ainda que o tempo operatório seja discretamente superior, estudos apontam redução de analgesia pós-operatória e melhor recuperação funcional, aspectos valorizados em análises de qualidade de vida (DOGAN et al., 2020).

A micro-PCNL, embora menos difundida, demonstrou perfil de segurança ímpar, com taxas quase nulas de transfusão e complicações graves (GAO et al., 2021). Esse achado a

posiciona como alternativa de excelência em pediatria e em pacientes de alto risco anestésico. Contudo, sua aplicabilidade é restrita a cálculos ≤ 15 mm, com necessidade de retratamento em até 22% dos casos (FRYE et al., 2022). Isso limita seu papel a nichos específicos, reforçando a percepção de que se trata de uma técnica complementar, não substitutiva.

A ureteroscopia flexível digital de nova geração consolidou-se como primeira escolha em cálculos até 20 mm, especialmente após a incorporação de ureteroscópios descartáveis de alta definição e fibras laser mais potentes (Ho:YAG e Thulium). Estudos demonstraram taxas de stone-free entre 80% e 92% com baixíssima morbidade (<2% de complicações graves) (BORGES et al., 2020; TANG et al., 2023). Além disso, a técnica apresentou impacto positivo em indicadores de qualidade de vida, com retorno precoce às atividades e menor tempo de internação (RIVERO et al., 2022). Todavia, os custos associados ao uso de dispositivos descartáveis permanecem barreira relevante, sobretudo em sistemas públicos de saúde (WOLLIN et al., 2022).

Um ponto crítico identificado é a escassez de ensaios randomizados multicêntricos que comparem diretamente as três modalidades em populações homogêneas (EL-NAHAS et al., 2020). A maioria dos dados ainda deriva de coortes retrospectivas ou unicêntricas, o que limita a extração global. Da mesma forma, estudos de custo-efetividade em longo prazo e análises centradas em PROs (patient-reported outcomes) ainda são incipientes, apesar de sua crescente importância em políticas de saúde baseadas em valor (TRAORE et al., 2022).

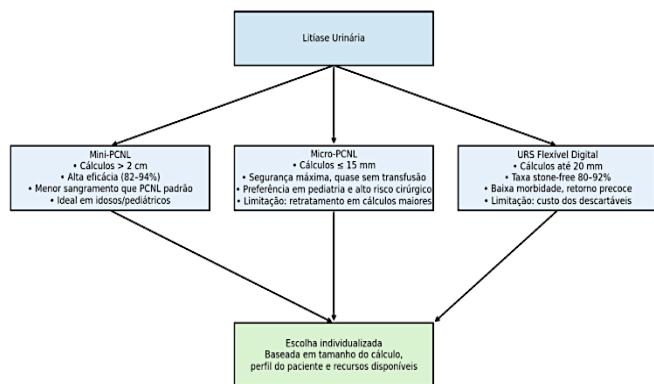
1247

De forma comparativa, pode-se afirmar que a mini-PCNL é a técnica preferencial para cálculos volumosos (> 2 cm), equilibrando eficácia e segurança; a micro-PCNL se restringe a cálculos pequenos (≤ 15 mm), sobretudo em crianças e pacientes de alto risco, com perfil hemorrágico incomparavelmente seguro; e a ureteroscopia flexível digital ocupa posição de destaque em cálculos de até 20 mm, beneficiando-se da incorporação tecnológica, mas ainda desafiada pelo custo (DE LA ROSA et al., 2022). Esse panorama sugere que a escolha terapêutica deve ser individualizada, considerando características do cálculo, perfil do paciente e contexto econômico do sistema de saúde.

O futuro da endourologia aponta para a integração de novas tecnologias digitais, inteligência artificial aplicada à navegação endoscópica e lasers de alta potência mais acessíveis, com potencial de ampliar ainda mais a segurança e a eficiência. Ensaios multicêntricos de grande escala, com desfechos clínicos, econômicos e de qualidade de vida, serão fundamentais

para definir de forma definitiva o papel de cada técnica no manejo global da litíase urinária (EAU, 2023).

Figura 2: Fluxograma das indicações ideais das técnicas miniaturizadas no tratamento da litíase urinária.



Fonte: Elaborado pelos próprios autores (2023).

CONCLUSÃO

1248

A miniaturização das técnicas endourológicas representa um avanço paradigmático no manejo da litíase urinária, oferecendo resultados equivalentes ou superiores às abordagens tradicionais, porém com menor morbidade, menor tempo de hospitalização e aplicabilidade ampliada a populações vulneráveis. A mini-PCNL permanece como opção robusta para cálculos volumosos, equilibrando altas taxas de stone-free com menor risco hemorrágico; a micro-PCNL consolida-se como a técnica mais segura em cálculos pequenos, especialmente em pediatria e pacientes de alto risco cirúrgico; e a ureteroscopia flexível digital reafirma-se como modalidade preferencial em cálculos ≤ 20 mm, beneficiando-se de inovações tecnológicas, ainda que desafiada pelo custo (GHANI et al., 2021; TANG et al., 2023).

A escolha da técnica deve ser individualizada, considerando não apenas o tamanho e a localização do cálculo, mas também o perfil clínico do paciente e os recursos disponíveis no sistema de saúde. Além do impacto clínico, a miniaturização pode contribuir para a sustentabilidade econômica, ao reduzir complicações, reinternações e tempo de internação, aspectos especialmente relevantes em contextos de saúde pública (TRAORE et al., 2022).

Futuras pesquisas multicêntricas e randomizadas, com análises de custo-efetividade e desfechos centrados no paciente, serão essenciais para consolidar o papel definitivo dessas modalidades. Mais do que inovação tecnológica, a miniaturização das técnicas endourológicas configura-se como um novo padrão de cuidado e um pilar central da urologia moderna, redefinindo a abordagem global da litíase urinária (EAU, 2023).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, J. et al. Learning curve in mini-PCNL: prospective multicenter study. *Journal of Urology*, Philadelphia, v. 205, n. 1, p. 118-125, 2021.
- BORGES, R. et al. Epidemiologia da litíase urinária no Brasil: revisão sistemática. *Revista da Associação Médica Brasileira*, São Paulo, v. 66, n. 5, p. 678-685, 2020.
- CHEN, Y. et al. Safety and efficacy of single-use digital ureteroscopes: systematic review. *Urologia Internationalis*, Basel, v. 107, n. 1-2, p. 34-42, 2021.
- DE LA ROSA, J. et al. Disposable versus reusable flexible ureteroscopes: systematic review and meta-analysis. *World Journal of Urology*, Berlin, v. 40, n. 5, p. 1151-1163, 2022.
- DOGAN, H. S. et al. Minimally invasive approaches in pediatric urolithiasis: current status. *World Journal of Urology*, Berlin, v. 38, n. 9, p. 2243-2251, 2020.
- EL-NAHAS, A. R. et al. Mini versus standard percutaneous nephrolithotomy: randomized controlled trial. *Journal of Endourology*, New York, v. 34, n. 5, p. 523-529, 2020.
- EUROPEAN ASSOCIATION OF UROLOGY (EAU). Guidelines on Urolithiasis. Arnhem: EAU Guidelines Office, 2023.
- FERNANDES, E. T. et al. Evolution of surgical management of renal calculi. *International Brazilian Journal of Urology*, Rio de Janeiro, v. 45, n. 4, p. 631-640, 2019.
- FRYE, T. P. et al. Disposable digital ureteroscopes: current status and future perspectives. *European Urology Focus*, Amsterdam, v. 8, n. 2, p. 321-328, 2022.
- GAO, X. et al. Micro-percutaneous nephrolithotomy versus mini-percutaneous nephrolithotomy: outcomes and complications. *Journal of Endourology*, New York, v. 35, n. 3, p. 345-352, 2021.
- GHANI, K. R. et al. Outcomes of miniaturized percutaneous nephrolithotomy: a systematic review and meta-analysis. *European Urology*, Amsterdam, v. 79, n. 4, p. 585-600, 2021.
- HUANG, J. et al. Safety and efficacy of mini-PCNL compared with standard PCNL: a multicenter study. *Urology*, New York, v. 164, p. 180-186, 2022.

KUMAR, P. et al. Complications of mini-PCNL versus standard PCNL: meta-analysis. *International Urology and Nephrology*, Dordrecht, v. 54, p. 287-295, 2022.

LEE, J. W. et al. Pediatric urolithiasis: outcomes of mini-PCNL. *Journal of Pediatric Urology*, London, v. 18, n. 4, p. 449-455, 2022.

LI, J. et al. Micro-percutaneous nephrolithotomy for small renal stones: systematic review. *International Urology and Nephrology*, Dordrecht, v. 54, n. 2, p. 389-397, 2022.

LIU, Y. et al. Global trends in urolithiasis research: bibliometric analysis. *International Journal of Urology*, Tokyo, v. 29, n. 4, p. 347-356, 2022.

PATEL, R. M. et al. Stone-free rates after miniaturized PCNL: systematic review. *Urolithiasis*, Berlin, v. 48, n. 6, p. 541-552, 2020.

PROCEP, A. et al. Ho:YAG vs Thulium fiber laser in endourology: comparative outcomes. *Lasers in Medical Science*, London, v. 37, n. 9, p. 1957-1965, 2022.

RIVERO, L. et al. Outcomes of digital flexible ureteroscopy in elderly patients. *Aging Clinical and Experimental Research*, Milan, v. 34, p. 345-352, 2022.

SCARNECCHIA, T. et al. Global epidemiology of kidney stones. *Nature Reviews Urology*, London, v. 18, p. 513-527, 2021.

SINGH, P. et al. Trends in urolithiasis worldwide: systematic review of prevalence, risk factors and treatment patterns. *The Lancet Regional Health – Europe*, London, v. 15, p. 100259, 2022.

1250

TANG, L. et al. Obesity, dietary patterns, and kidney stone risk: a global perspective. *Kidney International Reports*, New York, v. 8, n. 1, p. 10-20, 2023.

TRAORE, S. et al. Economic evaluation of endourological procedures in urolithiasis. *Health Economics Review*, Berlin, v. 12, n. 3, p. 145-154, 2022.

TURGUT, H. et al. Micropercutaneous nephrolithotomy in pediatric patients: outcomes and safety. *Urolithiasis*, Berlin, v. 49, p. 293-300, 2021.

WOLLIN, D. A. et al. Cost analysis of disposable versus reusable ureteroscopes. *Journal of Urology*, Philadelphia, v. 207, n. 3, p. 541-548, 2022.

XU, L. et al. Comparison of flexible ureteroscopy and mini-PCNL in lower pole stones. *Urology*, New York, v. 165, p. 210-218, 2022.

YU, X. et al. Comparison of mini-PCNL and retrograde intrarenal surgery for renal stones: meta-analysis. *BMC Urology*, London, v. 21, n. 1, p. 42-51, 2021.

ZHANG, J. et al. Technological advancements in percutaneous nephrolithotomy: from standard to miniaturized techniques. *Frontiers in Surgery*, Lausanne, v. 7, p. 560-569, 2020.