

Nefrolitotripsia Percutânea

Autoria: Sociedade Brasileira de Urologia

Elaboração Final: 20 de junho de 2006

Participantes: Netto Jr NR, Toledo Fº JS, Leitão VA

O Projeto Diretrizes, iniciativa conjunta da Associação Médica Brasileira e Conselho Federal de Medicina, tem por objetivo conciliar informações da área médica a fim de padronizar condutas que auxiliem o raciocínio e a tomada de decisão do médico. As informações contidas neste projeto devem ser submetidas à avaliação e à crítica do médico, responsável pela conduta a ser seguida, frente à realidade e ao estado clínico de cada paciente.

DESCRIÇÃO DO MÉTODO DE COLETA DE EVIDÊNCIA:

A pesquisa foi realizada na literatura internacional, utilizando-se o banco de dados MEDLINE, com data inicial em 1990, tendo como descritor principal nefrolitotomia percutânea. Alguns artigos foram recuperados das referências. Foram selecionados 87 artigos de 465 consultados. Os artigos foram analisados com base no nível de evidência.

GRAU DE RECOMENDAÇÃO E FORÇA DE EVIDÊNCIA:

A: Estudos experimentais ou observacionais de melhor consistência.

B: Estudos experimentais ou observacionais de menor consistência.

C: Relatos de casos (estudos não controlados).

D: Opinião desprovida de avaliação crítica, baseada em consensos, estudos fisiológicos ou modelos animais.

OBJETIVO:

Fornecer informações baseadas em evidências científicas com o intuito de demonstrar as indicações atuais da utilização da nefrolitotomia percutânea.

CONFLITO DE INTERESSE:

Nenhum conflito de interesse declarado.

INTRODUÇÃO

Desde a realização da primeira nefrolitotomia percutânea, (NPC), em 1976¹(C), este método minimamente invasivo vem substituindo a cirurgia aberta para o tratamento da litíase renal. Com o advento da litotripsia extracorpórea por ondas de choque (LEOC), houve tendência ao uso liberal desta, deixando-se a nefrolitotomia percutânea como segunda opção. Os relatos de insucesso com a litotripsia extracorpórea por ondas de choque em casos mais complexos fez reacender o interesse pela cirurgia percutânea no tratamento da litíase renal²(D).

INDICAÇÕES E CONTRA-INDICAÇÕES

A NPC está indicada em todos os casos de falha de tratamento pela LEOC. Cálculos com indicação primária de NPC são: cálculos de cistina, cálculos coraliformes, cálculos piélicos maiores que 20 mm e cálculos complexos^{2,3}(D). Quando houver alterações anatômicas concomitantes, obstrução da junção ureteropielica⁴(D), estenose do infundíbulo ou divertículos calcínicos⁵(C), a nefrolitotomia percutânea permite o tratamento conjunto em um só tempo.

Cálculos calcínicos inferiores maiores de 20 mm também devem ser tratados pela nefrolitotomia percutânea, pois a taxa de sucesso da LEOC reduz-se progressivamente com o aumento do tamanho do cálculo⁶(A) ⁷(C).

Poucas são as contra-indicações da NPC. Na gestação⁸(C) e na vigência de sepse/pionefrose, deve ser realizada apenas a drenagem por meio de nefrostomia, deixando o tratamento do cálculo para um segundo tempo. A presença de coagulopatia não contra-indica a NPC, desde que corrigida previamente⁹(C).

COMPOSIÇÃO / TAMANHO DO CÁLCULO

A nefrolitotomia percutânea está indicada em cálculos renais maiores que 2 cm, independente da composição do cálculo.

Os cálculos de fosfato de cálcio (bruxita) e cistina apresentam melhores resultados com a NPC^{2,3}(D).

COMENTÁRIOS

Cálculos coraliformes representam um desafio na prática urológica. A NPC, como monoterapia no cálculo coraliforme, atingiu elevados índices de sucesso, com baixa incidência de complicações, dispensando o uso da LEOC¹⁰(C). A NPC, associada ou não à LEOC, apresenta melhor relação custo-efetividade para cálculos com superfície superior a 1000 mm²(D), quando comparada à monoterapia com múltiplas sessões de LEOC¹¹(D). Para cálculos menores de 500 mm²(D), ambos tratamentos são comparáveis. A superioridade do tratamento combinado de NPC com LEOC versus LEOC apenas também foi demonstrada em estudo prospectivo, randomizado e controlado¹²(B).

O acesso calicinal superior para tratamento de cálculos coraliformes, segundo Wong e Leveillee, é uma via de acesso viável como punção única¹³(C).

A NPC foi superior à LEOC para todos os tamanhos de cálculos calicinais inferiores. Mesmo nos cálculos menores de 10 mm, o sucesso foi de 100% na NPC e 77% na LEOC, e entre 11 e 20 mm, o resultado da NPC foi de 93% e 85% com a LEOC. Nos cálculos acima de 20 mm, o resultado com a NPC foi de 100% e 50% com a LEOC. Portanto, na LEOC, a taxa de pacientes livres de cálculos diminuiu progressivamente conforme aumenta o tamanho do cálculo¹⁴(C). Em meta-análise demonstrou-se que cálculos de cálcio

inferiores maiores de 20 mm devem ser inicialmente tratados por meio de NPC. Já, cálculos entre 11 e 20 mm, o tratamento permanece controverso⁷(C).

Estudo prospectivo randomizado e multicêntrico recente comparou ambos métodos de tratamento nos cálculos calicinais inferiores⁶(A). A diferença do índice de sucesso foi significativa entre os diferentes métodos, sendo 37% para a LEOC e 95% para a NPC ($p < 0,001$). Quando os cálculos foram estratificados em relação ao tamanho, o índice de sucesso para LEOC diminuiu progressivamente, de 63% para cálculos com até 10 mm, 23% para cálculos entre 11 e 20 mm e 14% para cálculos maiores que 20 mm. Já para os cálculos tratados por cirurgia percutânea, os índices de sucesso foram 100%, 93% e 86%, respectivamente.

NÚMERO DE PUNÇÕES

O número de punções varia conforme a anatomia renal, volume e localização dos cálculos. Não existe um limite para o número de punções¹⁵(C).

COMENTÁRIOS

Cálculos coraliformes geralmente necessitam mais de uma punção para sua retirada completa. O objetivo da NPC é deixar o paciente livre de cálculos, preferencialmente em um único procedimento. A queda de hemoglobina e a necessidade de transfusão são maiores em múltiplas punções¹⁵(C). Além de maior sangramento, está também associada à maior possibilidade de perfuração da pelve renal¹⁶(C).

NEFROSCOPIA FLEXÍVEL

A nefroscopia flexível deve ser realizada sempre que houver possibilidade de fragmentos residuais durante o ato cirúrgico. Esta prática resulta num maior índice de pacientes livres de cálculos¹⁷(D).

Na avaliação pós-operatória de fragmentos residuais, a tomografia computadorizada helicoidal sem contraste é tão eficiente no diagnóstico quanto a nefroscopia flexível pós-operatória, com um custo inferior, evitando 20% de cirurgias desnecessárias¹⁸(C).

COMPLICAÇÕES

O paciente deve ser orientado quanto ao risco de possíveis complicações. Aqueles que por ventura recusem-se a receber transfusão sanguínea devem ser esclarecidos quanto ao risco de sangramento¹⁷(D).

SANGRAMENTO

É a complicação mais freqüente, associada ao número de punções, volume dos cálculos e diâmetro do material cirúrgico usado^{15,16}(C).

Pacientes com múltiplas punções apresentaram maior queda no valor da hemoglobina (1,28 versus 2,32 g/dL) e necessitaram mais freqüentemente de transfusão (4,5% para uma punção, 7,8% para duas punções e 12,5% para mais de duas punções)¹⁵(C). A menor dilatação dos trajetos (≤ 22 F) também foi relacionada à menor queda nos níveis de hemoglobina¹⁵(C).

A baina-guia apresenta efeito hemostático, devendo sempre ser utilizada, na opinião de alguns autores¹⁹(D).

Quando o sangramento impede o prosseguimento da cirurgia, indica-se a colocação de sonda de nefrostomia e oclusão da mesma por 10 minutos. Pode-se repetir esta manobra, caso não tenha parado o sangramento. Se o mesmo persistir, pode-se utilizar cateteres com balão de tamponamento^{19,20}(D).

Outras intercorrências que podem levar a sangramento abundante são a laceração de vasos intercostais, desenvolvimento de fístulas arterio-venosas e pseudo-aneurismas. A maioria destas lesões pode ser tratada por meio de embolização arterial sob controle angiográfico²¹(C). A freqüência destas complicações é ao redor de 1%, com bons resultados pós-embolização, sem alteração significativa na função renal²²(B). O tratamento minimamente invasivo por meio de embolização evitou a cirurgia aberta²²(B). Recomenda-se, pelo exposto, que se deve dispor de radiologia vascular invasiva para tratar complicações hemorrágicas.

COMPLICAÇÕES TORÁCICAS

O desenvolvimento de complicações intratorácicas está freqüentemente associado ao acesso de cálices superiores. O acesso acima do 12º arco costal, lateralmente ao seu ponto médio, diminui a chance de complicações^{23,24}(C).

As complicações mais comuns são hidro e pneumotórax, podendo também ocorrer hemotórax. Quando utilizada a punção supracostal, a incidência destas complicações aumenta²⁵⁻²⁷(C). O derrame pleural tardio também pode ocorrer.

A realização de fluoroscopia ou radiografia do tórax ao término da cirurgia permite diagnosticar precocemente estas complicações,

sendo a aspiração e/ou a drenagem torácica o tratamento recomendado^{26,27}(C).

A utilização da bainha-guia cria um sistema de baixa pressão, diminuindo o risco de hidrotórax.

LESÕES INTESTINAIS

Quando a perfuração colônica é extraperitoneal e o paciente não apresenta sepse, o tratamento conservador está indicado²⁸(C)¹⁷(D).

As lesões colônicas, apesar de infrequentes, devem sempre ser lembradas. Estas estão mais frequentemente associadas à presença do cólon retrorenal, cuja incidência aproximada é de 0,65%²⁹(C). Em pacientes com rim em ferradura, a incidência do cólon em topografia retrorenal aumenta, variando entre 3% e 19%^{29,30}(C). A colocação de cateter duplo J e o reposicionamento da sonda de nefrostomia para fora do sistema coletor, deixando-a na luz colônica, permite a resolução do problema. Na vigência de sepse e/ou perfuração intraperitoneal, está indicada a abordagem cirúrgica.

A lesão duodenal é bem menos freqüente, podendo o tratamento ser conservador, associando drenagem nasogástrica e alimentação parenteral³¹(C).

LESÕES HEPÁTICAS E ESPLÊNICAS

As lesões esplênicas são infrequentes, estando geralmente associadas à esplenomegalia. A sua ocorrência acarreta sangramento volumoso, podendo ser necessária exploração cirúrgica, comumente culminando com a esplenectomia. Em pacientes sabidamente portadores de esplenomegalia, a punção guiada por tomografia

computadorizada é recomendável³²(C). As lesões hepáticas são ainda menos freqüentes, devendo sempre ser lembrado o risco em pacientes com hepatomegalia¹⁷(D). A avaliação pré-operatória com tomografia computadorizada é recomendável para a escolha do local ideal para a punção³²(C).

SEPSE

Previamente à NPC, recomenda-se a realização de cultura de urina com intuito de identificar o germe e utilizar o antibiótico específico. Antibioticoterapia profilática é mandatória, porém não há vantagem de manter o antibiótico no pós-operatório³³(B). Os principais fatores de risco para o desenvolvimento de complicações infecciosas foram a presença de bacteriúria e piúria no pré-operatório³⁴(C). Outros autores admitem que os fatores mais associados ao desenvolvimento de bacteremia foram o tempo cirúrgico e a quantidade de líquido utilizado para irrigação³⁵(C). Pacientes com temperatura de até 38,5 graus C no pós-operatório imediato, com cultura pré-operatória negativa e sem sinais de instabilidade hemodinâmica podem ser observados, sem necessidade de investigação com novas culturas³⁵(C).

LESÃO DA PELVE RENAL

A perfuração da pelve renal requer permanência da nefrostomia até que a resolução seja confirmada por meio de pielografia anterógrada¹⁷(D).

ABSORÇÃO HÍDRICA

Assim como a ressecção transuretral, a NPC também sujeita o paciente à absorção do líqui-

do usado para irrigação, sendo estatisticamente mais acentuada nos pacientes com maior duração do procedimento (> 50 minutos), naqueles que não utilizaram baina-guia ou receberam maior volume de irrigante (> 9L). A presença de sangramento ou perfuração também aumentou significativamente a absorção³⁶(C).

Para se evitar hipotermia, recomenda-se a utilização de solução fisiológica aquecida³⁷(C).

GESTÃO E NEFROLÍASE

A conduta expectante deve ser a primeira opção, sendo que em casos de urgência a derivação com cateter duplo J ou nefrostomia percutânea guiada por ultra-som estão indicadas³⁸⁻⁴¹(C).

Na gravidez, a maioria dos cálculos é eliminada espontaneamente (70% a 80%), justificando o tratamento conservador como primeira opção³⁸⁻⁴¹(C). Além disso, o risco de teratogenia decorrente da exposição do feto à radiação ionizante⁴²(C) torna o armamentário diagnóstico e terapêutico limitado. Quanto à NPC, não houve demonstração do uso seguro para o feto⁴³(D).

NEFROLITOTOMIA PERCUTÂNEA EM PACIENTES OBESOS

A nefrolitotomia percutânea em pacientes obesos mórbidos apresenta resultados satisfatórios, devendo ser indicada como primeira opção para os pacientes não habilitados a litotripsia extracorpórea por ondas de choque.

O uso da litotripsia extracorpórea em pacientes obesos mórbidos apresenta alguns problemas: 1) aparelhos não suportam pacientes

muito pesados ou muito grandes; 2) a localização do cálculo é prejudicada pela espessura do tecido adiposo; 3) distância limitada entre os pontos focais; 4) perda de intensidade da onda de choque devido à grande quantidade de tecido⁴⁴(C).

Alguns autores publicaram séries de casos onde houve sucesso com a LEOC^{36,45}(C), principalmente para cálculos menores de 15 mm, porém não há consenso⁴⁶(C).

A NPC é alternativa no tratamento de cálculos em pacientes obesos. Devido a dificuldades no manejo destes pacientes, algumas modificações técnicas foram descritas: acesso percutâneo com o paciente em decúbito lateral^{47,48}(C), aumento da incisão da pele e tecido subcutâneo para permitir o avanço da baina-guia⁴⁹(C) e uso de baina-guia e nefroscópio longos (até 25 cm).

Recentemente, 223 pacientes tratados com NPC tiveram 79% de sucesso e as complicações não mostraram resultados diferentes quanto ao peso dos pacientes⁵⁰(B).

ACESSO SUPRACOSTAL PARA CIRURGIA PERCUTÂNEA

A punção supracostal é segura, quando realizada no 11º espaço intercostal, lateralmente ao ponto médio da superfície superior do 12º arco costal^{23,24}(C).

A via supracostal representa ótimo acesso para cálculos coraliformes, cálculos grandes no cálice superior e cálculos complexos^{23,24}(C). O acesso supracostal também permite a realização concomitante de endopielotomia e tratamento de cálculos ureterais proximais²⁶(C).

A punção supracostal proporciona risco menor de sangramento, pois manipula-se o nefroscópio no eixo longo do rim, diminuindo o esforço no sistema coletor, evitando-se lesões²⁶(C).

Em uma série de 98 trajetos supracostais, 26 foram acima do 11º arco costal e 72 acima do 12º arco costal, com índice de complicações de 16,3%²⁷(C). Quando o acesso foi acima da 12ª costela, as complicações foram significativamente menores que no acesso acima da 11ª costela (9,7% e 34,6%, respectivamente). Numa série de 21 casos, cuja punção foi acima da 12ª costela, não houve nenhuma complicação²⁵(C).

Na publicação de 102 casos de acesso supracostal, acima do 12º arco costal, a taxa de pacientes livres de cálculos foi de 79,5%, com a incidência de complicações intratorácicas de 9,8% (10 pacientes). Todos foram tratados com drenagem²⁷(C).

RIM EM FERRADURA

A NPC para o tratamento da litíase em rins em ferradura é recomendada quando o maior diâmetro do cálculo exceder 10 mm^{51,52}(C).

A cirurgia percutânea no tratamento do cálculo em rins em ferradura demonstrou ser eficaz com taxas de sucesso ao redor de 89%, sendo atualmente considerado um procedimento seguro⁵³⁻⁶¹(C) ⁶²(D).

NEFROLITOTOMIA PERCUTÂNEA EM RINS TRANSPLANTADOS

A LEOC em rins transplantados mostrou excelentes resultados em cálculos menores de

15 mm, associada ou não ao uso de cateter duplo J. Para cálculos maiores, a cirurgia percutânea é melhor⁶³⁻⁶⁵(C).

NEFROLITOTOMIA PERCUTÂNEA BILATERAL NO MESMO ATO OPERATÓRIO

A NPC bilateral pode ser realizada, desde que o paciente apresente condições clínicas adequadas após a retirada total dos cálculos e ausência de sangramento ao término do primeiro procedimento⁶⁶(C).

A cirurgia bilateral simultânea leva a uma redução nos custos do tratamento⁶⁷(B)^{66,68}(C).

A incidência de complicações não é maior que a relatada para procedimentos unilaterais⁶⁷(B). Em outro artigo, o tempo de internação foi menor para o procedimento bilateral (média de 4,8 dias versus 11 dias), não havendo aumento nas complicações⁶⁹(C).

FONTES DE ENERGIA - LITOTRITORES

Existe uma gama de litotritores disponíveis para uso endoscópico no tratamento da litíase urinária. Estes variam conforme o modo de ação, a capacidade de fragmentar cálculos volumosos e a possibilidade de uso em aparelhos flexíveis. Os litotritores intracorpóreos são divididos em: 1) balístico-pneumático, 2) eletrohidráulico (EH), 3) ultra-sônico e 4) laser^{17,70-73}(D). Os litotritores balístico-pneumático e ultra-sônico oferecem melhor desempenho com baixo custo inicial e manutenção pouco onerosa, além de permitir o tratamento de cálculos ureterais com ureteroscópios rígidos. O uso do laser é bastante oneroso, o que

torna este equipamento ainda pouco disponível em nosso meio.

Estudo prospectivo e randomizado, comparando o litotritor balístico-pneumático ao eletrohidráulico, demonstrou eficácia similar, com maior margem de segurança para o primeiro, quando usado no ureter⁷⁴(B).

Atualmente, está disponível um aparelho que associa as vantagens dos litotritores balístico-pneumático e ultra-sônico, sendo este aparelho capaz de remover cálculos volumosos mais rápido e eficazmente que o litotritor ultra-sônico⁷⁵(B).

MÉTODOS DE DRENAGEM PÓS-OPERATÓRIA NA CIRURGIA PERCUTÂNEA

A utilização de nefrostomia temporária no pós-operatório de NPC é de indicação formal¹⁹(D). Em casos selecionados, pode-se optar pelo cateter duplo J, mantido por uma semana⁷⁶(C). A não utilização de algum método de drenagem está contra-indicada⁷⁷(C).

Diversos estudos confirmaram a eficiência da colocação de apenas cateter duplo J após nefrolitotomia percutânea, sem aumento na incidência de complicações⁷⁹⁻⁸¹(C). Também já foi relatado seu uso satisfatório em obesos e cirurgia bilateral^{82,83}(C).

Estudo prospectivo e randomizado, comparando NPC, com mini-NPC (bainha de 22 F) e NPC sem nefrostomia, demonstrou que a morbidade e os custos foram significativamente menores para os pacientes deixados apenas com cateter duplo J⁸⁴(B).

RECOMENDAÇÕES

Nefrolitotripsia percutânea está indicada em cálculos iguais ou maiores que dois centímetros e coraliformes, os cálculos de cistina e os pacientes com rins com estenoses e divertículos. A coagulopatia incontrolável representa uma restrição ao acesso renal percutâneo. Em pacientes grávidas ou com pionefrose, tem se preferido realizar apenas a drenagem da via excretora.

Tabela 1

Séries de nefrolitotomia percutânea bilateral				
Referências	Pacientes Indicados	Procedimentos Simultâneos (%)	Pacientes Livres de Cálculo (%)	Transfusão (%)
Maheshwari et al. ⁶⁶ (C)	25	24 (96)	21 (84)	3 (12,5)
Holman et al. ⁶⁷ (B)	198	198 (100)	190 (96)	12 (6)
Dushinski e Lingeman ⁶⁸ (C)	52	48 (92)	45 (83)	2 (4)
Nadler et al. ⁶⁹ (C)	4	4 (100)	4 (100)	0 (0)
Ahlawat et al. ⁷⁸ (C)	16	16 (100)	13 (81,3)	4 (25)
Total	295	290 (98,3)	273 (92,5)	21 (7)

Cabe ao cirurgião estabelecer o número de punções necessário para a remoção de cálculos complexos. Entretanto, sabe-se que quanto maior o número de punções maior será a morbidade e necessidade de transfusões. Nos casos de cálculos calcínicos superiores, a punção supra-costal pode ser realizada, preferencialmente lateralmente ao ponto médio da costela.

A nefrolitotripsia percutânea pode ser realizada em pacientes obesos. Pode também ser re-

alizada, de forma simultânea, bilateralmente, a critério do cirurgião.

Recomenda-se realizar nefrolitotripsia percutânea em centros que se possa contar com radiologia vascular intervencionista, caso seja necessária a embolização de fístulas artério-venosas.

Considera-se o uso de nefrostomia no pós-operatório de indicação formal.

REFERÊNCIAS

1. Fernstrom I, Johansson B. Percutaneous pyelolithotomy. A new extraction technique. *Scand J Urol Nephrol* 1976;10:257-9.
2. Sandhu C, Anson KM, Patel U. Urinary tract stones — Part II: current status of treatment. *Clin Radiol* 2003;58:422-33.
3. Tiselius HG, Ackermann D, Alken P, Buck C, Conort P, Gallucci M, et al. Guidelines on urolithiasis. *Eur Urol* 2001;40:362-71.
4. Tan BJ, Smith AD. Ureteropelvic junction obstruction repair: when, how, what? *Curr Opin Urol* 2004;14:55-9.
5. Donnellan SM, Harewood LM, Webb DR. Percutaneous management of caliceal diverticular calculi: technique and outcome. *J Endourol* 1999;13:83-8.
6. Albala D, Assimos DG, Clayman RV, Denstedt JD, Grasso M, Gutierrez-Aceves J, et al. Lower pole I: a prospective randomized trial of extracorporeal shock wave lithotripsy and percutaneous nephrostolithotomy for lower pole nephrolithiasis-initial results. *J Urol* 2001;166:2072-80. Erratum in: *J Urol* 2002;167:1805.
7. Lingeman JE, Siegel YI, Steele B, Nyhuis AW, Woods JR. Management of lower pole nephrolithiasis: a critical analysis. *J Urol* 1994;151:663-7.
8. Denstedt JD, Razvi H. Management of urinary calculi during pregnancy. *J Urol* 1992;148:1072-4.
9. Klingler HC, Kramer G, Lodde M, Dorfinger K, Hofbauer J, Marberger M. Stone treatment and coagulopathy. *Eur Urol* 2003;43:75-9.
10. Rodrigues Netto N Jr, Claro J de A, Ferreira U. Is percutaneous monotherapy for staghorn calculus still indicated in the era of extracorporeal shockwave lithotripsy? *J Endourol* 1994;8:195-7.
11. Chandhoke PS. Cost-effectiveness of different treatment options for staghorn calculi. *J Urol* 1996;156:1567-71.
12. Meretyk S, Gofrit ON, Gafni O, Pode D, Shapiro A, Verstanding A, et al. Complete staghorn calculi: random prospective comparison between extracorporeal shock wave lithotripsy monotherapy and combined with percutaneous nephrostolithotomy. *J Urol* 1997;157:780-6.
13. Wong C, Leveillee RJ. Single upper-pole percutaneous access for treatment of > or = 5-cm complex branched staghorn calculi: is shockwave lithotripsy necessary? *J Endourol* 2002;16:477-81.
14. Netto NR Jr, Claro JF, Lemos GC, Cortado PL. Renal calculi in lower pole calices: what is the best method of treatment? *J Urol* 1991;146:721-3.
15. Desai MR, Kukreja RA, Patel SH, Bapat SD. Percutaneous nephrolithotomy for complex pediatric renal calculus disease. *J Endourol* 2004;18:23-7.
16. Stoller ML, Wolf JS Jr, St Lezin MA. Estimated blood loss and transfusion rates

- associated with percutaneous nephrolithotomy. *J Urol* 1994;152:1977-81.
17. Lingeman JE, Lifshitz DA, Evan AP. Surgical management of urinary lithiasis. In: Walsh PC, Retik AB, Vaughan ED Jr, Wein AJ, ed. *Campbell's Urology*, 8th ed. Philadelphia: WB Saunders;2002. p. 3361-451.
 18. 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.
 19. McDougall EM, Liatsikos EN, Dinlenc CZ, Smith AD. Percutaneous approaches to the upper urinary tract. In: Walsh PC, Retik, AB, Vaughan ED Jr, Wein AJ. Editors. *Campbell's Urology*. 8th ed. Philadelphia: WB Saunders;2002. p. 3320-60.
 20. Kaye KW, Clayman RV. Tamponade nephrostomy catheter for percutaneous nephrostolithotomy. *Urology* 1986; 27:441-5.
 21. Beaujeux R, Saussine C, al-Fakir A, Boudjema K, Roy C, Jacqmin D, et al. Superselective endo-vascular treatment of renal vascular lesions. *J Urol* 1995; 153:14-7.
 22. Martin X, Murat FJ, Feitosa LC, Rouviere O, Lyonnet D, Gelet A, et al. Severe bleeding after nephrolithotomy: results of hyperselective embolization. *Eur Urol* 2000;37:136-9.
 23. Preminger GM, Schultz S, Clayman RV, Curry T, Redman HC, Peters PC. Cephalad renal movement during percutaneous nephrostolithotomy. *J Urol* 1987; 137:623-5.
 24. Gupta R, Kumar A, Kapoor R, Shrivastava A, Mandhani A. Prospective evaluation of safety and efficacy of the supracostal approach for percutaneous nephrolithotomy. *BJU Int* 2002;90:809-13.
 25. Stening SG, Bourne S. Supracostal percutaneous nephrolithotomy for upper pole caliceal calculi. *J Endourol* 1998; 12:359-62.
 26. Munver R, Delvecchio FC, Newman GE, Preminger GM. Critical analysis of supracostal acces for percutaneous renal surgery. *J Urol* 2001;166:1242-6.
 27. Kekre NS, Gopalakrishnan GG, Gupta GG, Abraham BN, Sharma E. Supracostal approach in percutaneous nephrolithotomy: experience with 102 cases. *J Endourol* 2001;15:789-91.
 28. Goswami AK, Shrivastava P, Mukherjee A, Sharma SK. Management of colonic perforation during percutaneous nephrolithotomy in horseshoe kidney. *J Endourol* 2001;15:989-91.
 29. Hadar H, Gadoth N. Positional relations of colon and kidney determined by perirenal fat. *AJR Am J Roentgenol* 1984;143:773-6.

30. Skoog SJ, Reed MD, Gaudier FA Jr, Dunn NP. The posterolateral and the retrorenal colon: Implication in percutaneous stone extraction. *J Urol* 1985;134:110-2.
31. Culkin DJ, Wheeler JS Jr, Canning JR. Nephro-duodenal fistula: a complication of percutaneous nephrolithotomy. *J Urol* 1985;134:528-30.
32. Kondas J, Szentgyorgyi E, Vaczi L, Kiss A. Splenic injury: a rare complication of percutaneous nephrolithotomy. *Int Urol Nephrol*.1994;26:399-404.
33. Dogan HS, Sahin A, Cetinkaya Y, Akdogan B, Ozden E, Kendi S. Antibiotic prophylaxis in percutaneous nephrolithotomy: prospective study in 81 patients. *J Endourol* 2002;16:649-53.
34. Rao PN, Dube DA, Weightman NC, Oppenheim BA, Morris J. Prediction of septicemia following endourological manipulation for stones in the upper urinary tract. *J Urol* 1991;146:955-60.
35. Cadeddu JA, Chen R, Bishoff J, Micali S, Kumar A, Moore RG, et al. Clinical significance of fever after percutaneous nephrolithotomy. *Urology* 1998;52:48-50.
36. Munoz RD, Tirolien PP, Belhamou S, Desta M, Grimberg R, Dulys P, et al. Treatment of reno-ureteral lithiasis with ESWL in obese patients. Apropos of 150 patients. *Arch Esp Urol* 2003;56:933-8.
37. Lloyd SN, Kirk D, Deane RF, Kyle KF. Effect of percutaneous nephrolithotomy on thermoregulation. *Br J Urol* 1992; 69:132-6.
38. Lewis DF, Robichaux AG 3rd, Jaekle RK, Marcum NG, Stedman CM. Urolithiasis in pregnancy. Diagnosis, management and pregnancy outcome. *J Reprod Med* 2003; 48:28-32.
39. Butler EL, Cox SM, Eberts EG, Cunningham FG. Symptomatic nephrolithiasis complicating pregnancy. *Obstet Gynecol* 2000;96:753-6.
40. Parulkar BG, Hopkins TB, Wollin MR, Howard PJ Jr, Lal A. Renal colic during pregnancy: a case for conservative treatment. *J Urol* 1998;159:365-8.
41. Buchholz NP, Biyabani R, Sulaiman MN, Talati J. Urolithiasis in pregnancy—a clinical challenge. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 1998;80:25-9.
42. Swartz HM, Reichling BA. Hazards of radiation exposure for pregnant women. *JAMA* 1978;239:1907-8.
43. Evans HJ, Wollin TA. The management of urinary calculi in pregnancy. *Curr Opin Urol* 2001;11:379-84.
44. Pearle MS, Nakada SY, Womack JS, Kryger JV. Outcomes of contemporary percutaneous nephrostolithotomy in morbidly obese patients. *J Urol* 1998; 160:669-73.
45. Thomas R, Cass AS. Extracorporeal shock wave lithotripsy in morbidly obese patients. *J Urol* 1993;150:30-2.
46. Stroom SB. Contemporary clinical practice of shock wave lithotripsy: a

- reevaluation of contraindications. *J Urol* 1997;157:1197-203.
47. Gofrit ON, Shapiro A, Donchin Y, Bloom AI, Shenfeld OZ, Landau EH, et al. Lateral decubitus position for percutaneous nephrolithotripsy in the morbidly obese or kyphotic patient. *J Endourol* 2002; 16:383-6.
48. Kerbl K, Clayman RV, Chandhoke PS, Urban DA, De Leo BC, Carbone JM. Percutaneous stone removal with the patient in a flank position. *J Urol* 1994;151:686-8.
49. Curtis R, Thorpe AC, Marsh R. Modification of the technique of percutaneous nephrolithotomy in the morbidly obese patient. *Br J Urol* 1997;79:138-40.
50. Koo BC, Burt G, Burgess NA. Percutaneous stone surgery in the obese: outcome stratified according to the body mass index. *BJU Int* 2004;93:1296-9.
51. Clayman RV. Effectiveness of extracorporeal shockwave lithotripsy in the management of stone-bearing horseshoe kidneys. *J Urol* 1998;160:1949.
52. Kirkali Z, Esen AA, Mungan MU. Effectiveness of extracorporeal shockwave lithotripsy in the management of stone-bearing horseshoe kidneys. *J Endourol* 1996;10:13-5.
53. Raj GV, Auge BK, Weizer AZ, Denstedt JD, Watterson JD, Beiko DT, et al. Percutaneous management of calculi within horseshoe kidneys. *J Urol* 2003;170:48-51.
54. Peartree RJ, Ruotolo RA, Khuri FJ, Valvo JR. Percutaneous stone removal in horseshoe kidney. *Urology* 1986;28:41-3.
55. Dittrich A, Vandendris M. Percutaneous nephrolithotripsy in horseshoe kidney. *Urology* 1987;29:115-6.
56. Jones DJ, Wickham JE, Kellett MJ. Percutaneous nephrolithotomy for calculi in horseshoe kidneys. *J Urol* 1991; 145:481-3.
57. Salas M, Gelet A, Martin X, Sanseverino R, Viguier, JL, Dubernard JM. Horseshoe kidney: the impact of percutaneous surgery. *Eur Urol* 1992;21:134-7.
58. Al-Otaibi K, Hosking DH. Percutaneous stone removal in horseshoe kidneys. *J Urol* 1999;162:674-7.
59. Collado-Serra A, Parada-Moreno R, Rousaud-Baron F, Monreal-Garcia de Vicuna F, Rousaud-Baron A, Rodriguez JV. Current management of calculi in horseshoe kidneys. *Scand J Urol Nephrol* 2000;34:114-8.
60. Lampel A, Hohenfellner M, Schultz-Lampel D, Lazica M, Bohnen K, Thurof JW. Urolithiasis in horseshoe kidneys: therapeutic management. *Urology* 1996; 47:182-6.
61. Janetschek G, Kunzel KH. Percutaneous nephrolithotomy in horseshoe kidneys. Applied anatomy and clinical experience. *Br J Urol* 1988;62: 117-22.

62. Yohannes P, Smith AD. The endourological management of complications associated with horseshoe kidney. *J Urol* 2002;168:5-8.
63. Klingler HC, Kramer G, Lodde M, Marberger M. Urolithiasis in allograft kidneys. *Urology* 2002;59:344-8.
64. Doehn C, Fornara P, Tiemer C, Fricke L, Jocham D. Renal transplant lithiasis. *Transplant Proc* 2002;34:2222-3.
65. Lu HF, Shekariz B, Stoller ML. Donor-gifted allograft urolithiasis: early percutaneous management. *Urology* 2002;59:25-7.
66. Maheshwari PN, Andankar M, Hedge S, Bansal M. Bilateral single-session percutaneous nephrolithotomy: a feasible and safe treatment. *J Endourol* 2000;14:285-7.
67. Holman E, Khan AM, Pasztor I, Toth C. Simultaneous bilateral compared with unilateral percutaneous nephrolithotomy. *BJU Int* 2002;89:334-8.
68. Dushinski JW, Lingeman JE. Simultaneous bilateral percutaneous nephrolithotomy. *J Urol* 1997;158:2065-8.
69. Nadler RB, Monh TG, Elashry O, Nakada SY, McDougall EM, Swarm RA, et al. Simultaneous bilateral percutaneous nephrolithotomy with subarachnoid spinal anesthesia. *J Endourol* 1998;12:27-31.
70. Zheng W, Denstedt JD. Intracorporeal lithotripsy. Update and technology. *Urol Clin North Am* 2000;27:301-13.
71. Denstedt JD. Intracorporeal Lithotripsy. In: Smith AD, Adlani GH, Clayman RV, eds. *Smith's Textbook of Endourology*. St. Louis: Quality Medical;1996. p.60-77.
72. Floratos DL, de la Rosette JJ. Lasers in urology. *BJU Int* 1999;84:204-11.
73. Wollin TA, Denstedt JD. The holmium laser in urology. *J Clin Laser Med Surg* 1998;16:13-20.
74. Hofbauer J, Hobarth K, Marberger M. Electrohydraulic versus pneumatic disintegration in the treatment of ureteral stones: a randomized, prospective trial. *J Urol* 1995;153:623-5.
75. Pietrow PK, Auge BK, Zhong P, Preminger GM. Clinical efficacy of a combination pneumatic and ultrasonic lithotrite. *J Urol* 2003;169:1247-9.
76. Bellman GC, Davidoff R, Candela J, Gerspach J, Kurtz S, Stout L. Tubeless percutaneous renal surgery. *J Urol* 1997;157:1578-82.
77. Winfield HN, Weyman P, Clayman RV. Percutaneous nephrostolithotomy: complications of premature nephrostomy tube removal. *J Urol* 1986;136:77-9.
78. Ahlawat R, Banerjee GK, Dalela D. Bilateral simultaneous percutaneous nephrolithotomy. A prospective feasibility study. *Eur Urol* 1995;28:116-8.
79. Delnay KM, Wake RW. Safety and efficacy of tubeless percutaneous nephrostolithotomy. *World J Urol* 1998;16:375-7.

80. Limb J, Bellman GC. Tubeless percutaneous renal surgery: review of first 112 patients. *Urology* 2002;59:527-31.
81. Lojanapiwat B, Soonthornphan S, Wudhikarn S. Tubeless percutaneous nephrolithotomy in selected patients. *J Endourol* 2001;15:711-3.
82. Weld KJ, Wake RW. Simultaneous bilateral tubeless percutaneous nephrolithotomy. *Urology* 2000; 56:1057.
83. Yang RM, Bellman GC. Tubeless percutaneous renal surgery in obese patients. *Urology* 2004;63:1036-40.
84. Feng MI, Tamaddon K, Mikhail A, Kaptein JS, Bellman GC. Prospective randomized study of various techniques of percutaneous nephrolithotomy. *Urology* 2001; 58: 345-50.