

# Historia y actualidad de las diferencias entre la posición prono y supino en nefrolitotomía percutánea

## *History and Present of the Differences between the Prone and Supine Position in Percutaneous Nephrolithotomy*

Néstor D. Rivillas-Miranda<sup>1</sup> Catalina González Yepes<sup>1</sup> Jenny García Valencia<sup>2</sup> Manuel Cabrales Hessen<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Médico, Residente de Urología, Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Colombia

<sup>2</sup>Médica, Doctora en Epidemiología, Grupo Académico de Epidemiología (GRAEPIC), Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Colombia

<sup>3</sup>Médico Urólogo, IPS Universitaria Clínica Leon XIII y Docente del Posgrado de Urología, Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Colombia

Address for correspondence Manuel Cabrales Hessen, MD, Sección de Urología, Clínica Leon XIII, Calle 69 #51 C 24 Bloque 1, Piso 4, Medellín, Antioquia, Colombia (e-mail: m\_cabrales@yahoo.com).

Urol Colomb 2018;27:223–232.

### Resumen

#### Palabras Claves

- ▶ riñón
- ▶ cálculo renal
- ▶ nefrolitotomía percutánea
- ▶ nefrostomía percutánea
- ▶ Imagen postoperatoria
- ▶ litotripsia intracorporea
- ▶ ureterolitotomía endoscópica

La posición de decúbito prono se ha considerado la principal para el acceso percutáneo al riñón durante los últimos 25 años; mientras que la posición supina de Valdivia ha comenzado recientemente a ganar aceptación, aunque fue descrita originalmente en la década de 1980. Incluso, más recientemente, la posición supina Valdivia Galdakao - modificada fue descrita. Sin embargo, no hay consenso sobre cuál es la mejor posición para la nefrolitotomía percutánea y la elección se basa actualmente en la preferencia del cirujano. Este artículo tiene por objetivo revisar la evidencia sobre ambas técnicas quirúrgicas y dar elementos al lector para tomar decisiones. No hay diferencias en la tasa de éxito, entendida como tasa libre de cálculo entre las posiciones prono y supino. En prono hay mayor riesgo de sangrado y necesidad de transfusiones, así como mayor tiempo quirúrgico. La posición supina se ha descrito como más segura en pacientes con obesidad, enfermedades pulmonares restrictivas y alteraciones anatómicas óseas y de la vía urinaria.

### Introducción

La urolitiasis es una condición prevalente que afecta cerca del 15% de la población con tasas de recurrencia tan altas como el 50%.<sup>1</sup> La Nefrolitotomía Percutánea (NLP), la Litotricia Extracorpórea (LEC) y la ureterolitotomía retrograda

endoscópica (URE), son actualmente las tres principales intervenciones quirúrgicas disponibles para el manejo de la Urolitiasis.<sup>2</sup> En comparación con otros métodos tales como la cirugía abierta, esas técnicas pueden ser más económicas y tienen menor morbilidad y comodidad en el postoperatorio del paciente.<sup>3</sup> Para los cálculos ureterales en general, técnicas

received  
September 29, 2016  
accepted  
July 19, 2017  
published online  
May 18, 2018

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0038-1639584>.  
ISSN 0120-789X.  
eISSN 2027-0119.

Copyright © 2018, Sociedad Colombiana de Urología. Publicado por Thieme Revinter Publicações Ltda., Rio de Janeiro, Brazil. Todos los derechos reservados.

License terms



**Abstract****Keywords**

- ▶ kidney
- ▶ kidney calculi
- ▶ percutaneous nephrolithotomy
- ▶ percutaneous nephrostomy
- ▶ post-operative imaging
- ▶ intracorporeal lithotripsy

The prone position has been considered the principal for percutaneous access to the kidney during the past 25 years; while the Valdiviàs supine position has recently begun to gain acceptance, although it was originally described in the 1980. Even more recently, the position supine of Valdivia - Galdakao - was described. However, there is no consensus on which is the best position for percutaneous nephrolithotomy and the choice is currently based on the surgeon's preference. This article aims to review the evidence on both surgical techniques and elements give the reader to make decisions. There is no difference in the success rate, defined as free rate calculation between the prone and supine positions. Prone increased risk of bleeding and need for transfusions and longer surgical time. The supine position has been described as safer in patients with obesity, restrictive lung disease, anatomical bone abnormalities and urinary tract malformations.

como la litotripsia extracorpórea y la ureterolitotomía endoscópica han sido pilares en el tratamiento.<sup>4</sup> En cuanto a los cálculos renales complejos, los avances se ven representados en técnicas menos invasivas como lo es la NLP que ha eliminado virtualmente la cirugía abierta.<sup>5</sup>

Las técnicas de NLP se han posicionado en la medida que se ha podido disponer de los equipos y el entrenamiento de los urólogos.<sup>6</sup> Por tanto, es de vital importancia conocer las opciones quirúrgicas de las que se dispone y nuestra revisión de la literatura busca principalmente determinar el origen y las diferencias entre las técnicas para el abordaje percutáneo del cálculo renal según la posición - prona, supina y supina modificada - identificando las ventajas y la indicación para los pacientes.

**Definición e Historia**

El desarrollo de técnicas para establecer el acceso percutáneo seguro y confiable en los sistemas colectores renales se convirtió en un importante adelanto en la endourología y tuvo una amplia aceptación clínica; al crear un trayecto de nefrostomía se permite una amplia gama de aplicaciones como una simple derivación urinaria hasta importantes procedimientos quirúrgicos como la NLP.<sup>5</sup>

Los primeros en reportar instrumentaciones renales vía percutánea fueron Rupel y Brown, quienes en 1941 adaptaron un cistoscopio para explorar el sistema colector; ya para 1955, Goodwin y colaboradores describieron la punción percutánea del riñón en posición prono para establecer una nefrostomía en un riñón hidronefrótico.<sup>5</sup> En 1976, Fernstrom y Johansson reportaron el primer caso de extracción de un cálculo a través de un tracto de nefrostomía;<sup>7</sup> finalmente fueron Alken, Clayman y Das Gupta, quienes reportaron series de casos con la descripción de la técnica quirúrgica para llevar a cabo la NLP, por lo cual se les atribuye la paternidad del método.<sup>8</sup>

Inicialmente, se seguía la técnica de Seldinger para realizar la punción percutánea ejecutando trayectos tortuosos guiados por Rayos X, que implicaban una excesiva exposición a las radiaciones ionizantes. Pronto se crearon las guías rígidas tipo Lunderquist, los dilatadores metálicos coaxiales de Alken y se

adoptó la ecografía como método para dirigir los trayectos. Más tarde, los nefroscopios con varios canales de trabajo fueron fabricados por varias casas comerciales, lo que permitió que herramientas ya existentes como la litotricia ultrasónica, la electrohidráulica y los instrumentos flexibles desarrollados para la vía digestiva, se ajustaran a esa técnica y facilitaron la endoscopia urológica.<sup>9</sup> Desde lo descrito por primera vez por Fernstrom y Johansson, se han hecho grandes esfuerzos para mejorar los resultados de ese procedimiento quirúrgico mediante la optimización de los pasos de la cirugía que incluyen la posición del paciente, la punción del sistema colector, la dilatación y la modalidad de fragmentación al igual que la estrategia de drenaje.<sup>10</sup>

**Indicaciones**

Históricamente, el uso de la NLP ha sido indicado en pacientes con cálculos renales de gran tamaño y complejidad; también es la primera indicación en los pacientes con cálculos coraliformes con una tasa libre de cálculo de hasta el 78%.<sup>11</sup>

Para la Asociación Europea de Urología (EAU), la NLP es el pilar en el tratamiento de cálculos renales mayores a 2 cm y cálculos del polo inferior mayores a 1,5 cm con factores desfavorables para LEC; mientras que la Asociación Americana de Urología (AUA) recomienda la NLP como la primera línea en el tratamiento de los cálculos coraliformes.<sup>12</sup>

Se ha venido incrementando además el uso de la NLP como alternativa a la ureteroscopia y la LEC para cálculos ureterales proximales grandes.<sup>11</sup> Adicionalmente al tamaño y la localización del cálculo, otros factores se han incluido a la hora de tomar la decisión de realizar la NLP; es decir, los cálculos duros como los de cistina, oxalato de calcio y burshita son relativamente resistentes a las ondas de choque y son mejor tratados de forma endoscópica. Sin embargo, la predicción de la composición del cálculo por estudios de imagen es limitada, pero cálculos de más de 900 unidades *hounsfield* no son candidatos a litotricia extracorpórea y se prefieren el manejo endoscópico o la NLP.<sup>11</sup>

No existe diferencia en la indicación de la NLP en aquellos pacientes con riñón en herradura, cálculos en divertículos

caliciales, riñones trasplantados y de implantación pélvica; en esos casos, la decisión debe individualizarse basándose en la ubicación del cálculo, las consideraciones anatómicas y la ubicación de la unidad renal.<sup>13</sup>

### Eficacia

El objetivo de la cirugía en nefrolitiasis es la extracción completa del cálculo, por lo cual la medida de eficacia es la Tasa Libre de Cálculo (TLC). La definición de TLC varía según distintos autores, pero la más aceptada es la ausencia de cálculo o la presencia de fragmentos residuales que puedan pasar libremente sin causar síntomas o requerir nuevos procedimientos.<sup>14</sup> El tamaño máximo aceptable del fragmento residual para TLC, está entre 2 y 4 mm.<sup>11</sup> Se ha documentado que, uno de cada tres pacientes con fragmentos residuales superiores a 5 mm y uno de cada 10 pacientes con fragmentos entre 3 y 5 mm, presentaron un crecimiento del cálculo o un nuevo episodio de obstrucción ureteral.<sup>15</sup>

Existen reportes en la literatura de diferentes series de pacientes con TLC variable. Altur y colaboradores, encontraron una TLC del 74% después de un seguimiento de 5 años a 430 pacientes sometidos a NLP;<sup>16</sup> en la serie de Gampule y Desai, se reportan TLC postquirúrgicas del 92,4% y los fragmentos residuales menores de 4 mm fueron eliminados espontáneamente en el 50% de los casos.<sup>16</sup> Por su parte, el reporte de la serie de Raman y colaboradores, tiene seguimiento prospectivo de 42 pacientes y reportan una TLC postquirúrgica del 75% definida como fragmentos residuales menores de 5mm, pero al considerarla como fragmentos de 2 mm o menos, el porcentaje disminuyó hasta un 60%.<sup>17</sup>

Otra técnica disponible como la URE tiene reportes de TLC que alcanzan el 84,5%, hallazgo reportado por Rebuck y colaboradores.<sup>18</sup> Tanderivi encontró TLC de acuerdo con el tamaño de 2 mm y 4 mm con tasas de 62,8% y 84,1% respectivamente.<sup>19</sup> Por otro lado, los reportes para LEC varían entre TLC del 85% al 92% en las diferentes series.<sup>20</sup>

En 2014 se publicó una revisión sistemática de 10 estudios que compararon la técnica de NLP con la URE y demostraron la superioridad de la NLP en TLC (OR: 4,32; IC95%: 1,99–9,37;  $p = 0,0002$ ) mientras no logró demostrar diferencias en la tasa de complicaciones (OR: 1,59; IC95%: 0,84–3,02;  $p = 0,16$ ) y el tiempo operatorio.<sup>21</sup>

Adicionalmente, existe una revisión sistemática reciente que analizó estudios que comparan las tres técnicas quirúrgicas disponibles para el manejo de cálculos renales, NLP, URE y LEC en polo inferior renal, un total de siete estudios se analizaron, no fue posible reportar los datos comparativos entre todas las técnicas por la heterogeneidad de los datos, pero informaron TLC superiores en pacientes sometidos a NLP (96,3%) y URE (91,7%) vs LEC (54,5%).<sup>22</sup>

### Factores Prequirúrgicos Predictores de TLC Después de la NLP

Un estudio del Departamento de Medicina Interna y Urología de la Universidad de Texas, publicado en 2008 recolectó 728 pacientes, de los cuales 42 tenían fragmentos residuales

menores de 2 mm. En esos 42, se evaluó como desenlace primario el crecimiento del cálculo y la necesidad de reintervención. A todos los pacientes en el postoperatorio de la NLP se les realizó Tomografía de Vías Urinarias (URO-TAC) de control y una nefrografía anterógrada. En una media de 32 meses de seguimiento, 18 pacientes presentaron eventos relacionados con los cálculos residuales. Se observó que las variables que predijeron eventos relacionados con los fragmentos residuales fueron: ubicación del cálculo en el uréter o pelvis renal en comparación con cálculo en polo superior, medio o inferior (HR 4,4, IC95%: 1,0 a 13,5), fragmento residual mayor a 2 mm (HR: 3,9; IC95%: 1,3 a 11,5).<sup>17</sup>

Un estudio con 117 pacientes del grupo de urología de *Long Island* publicado en 2012, buscó determinar con base en una revisión de la literatura, aquellos factores que pudieran predecir la TLC de forma preoperatoria a la NLP y crear así un índice para determinar factores predictores prequirúrgicos asociados al éxito de la cirugía.<sup>23</sup> Los factores que hicieron parte del índice, denominado STONE, fueron: tamaño en mm<sup>2</sup>, longitud del tracto en mm, presencia de obstrucción, número de cálices comprometidos y densidad en unidades Hounsfield. Los resultados mostraron que, en la cohorte la TLC fue del 80% y los pacientes con cálculos residuales tenían un puntaje del STONE significativamente mayor que los que estaban libres de cálculos (9,7 vs 6,8,  $p = 0,002$ ). La capacidad de discriminación del índice fue alta con un área bajo la Curva de Características Operativas del Receptor (CCOR) del 83,1%. Se observó que a mayor puntaje en el STONE menor TLC. Las TLC en pacientes con puntajes bajos (4 a 5) fueron mayores al 94%, puntajes moderados (6 a 8) estuvieron entre 83% y 92% y puntajes altos (entre 9 a 11) fueron inferiores al 64%.

Existen estudios que comparan varias escalas de predictores sin demostrar superioridad en ninguna de ellas.<sup>24,25</sup>

La escala de Guy se realizó con una revisión de la literatura y la opinión de expertos de aquellas variables que pudieran predecir el éxito en NLP. Incluyó cuatro grados y evaluó: número, localización y tamaño de los cálculos, anatomía renal y presencia de espina bífida o trauma medular. Fue validada con la evaluación de 100 procedimientos de un hospital centro de referencia y la TLC de esa serie fue del 62% con un rango del 81% para los Grados I, y 29% para los Grados IV. El único factor que determinó de forma independiente la TLC fue el tamaño del cálculo. Esa escala logró predecir la TLC, pero no la presencia de complicaciones.

La revisión realizada por Yasser y colaboradores, incluyó 185 pacientes evaluados retrospectivamente luego de NLP con TLC del 71,9% y al aplicarse a esos pacientes libres de cálculo las escalas de STONE y Guy, se encontró baja calificación para ambas lo que está a favor de su capacidad de predecir TLC; ya el análisis de regresión logística mostró una asociación significativa de ambas escalas con TLC, con un OR de 0,4: (IC95% 0,29–0,57) para la de Guy y un OR de 0,7 (IC95%: 0,58–0,86) para STONE. Lograron demostrar además la correlación con la pérdida sanguínea, el tiempo de estancia hospitalaria y el tiempo quirúrgico con las bajas calificaciones en las escalas.

## Riesgos y Complicaciones

En general, la NLP tiene poca morbilidad y tasas de complicaciones variables que en algunas series alcanza hasta el 20,5%.<sup>26</sup>

Durante décadas, existió una falta de consenso en la comunidad quirúrgica con respecto al informe de sus complicaciones, eso obstaculizó la evaluación adecuada del trabajo del cirujano y posiblemente los avances en el campo de la cirugía. Por esa razón, el Dr. Clavien desarrolló una clasificación de las complicaciones quirúrgicas y su impacto sobre la morbilidad.<sup>27</sup> Más de una década después, en el año 2004, se revisó esa clasificación y fue modificada con el fin de mejorar su utilidad por el equipo del Dr. Dindo.<sup>28,29</sup>

Ya esa clasificación Clavien – Dindo fue validada en el 2009.<sup>30</sup> En los escenarios urológicos se usa ampliamente y es recomendada por guías internacionales como la EAU.<sup>31</sup> En el año 2012, la EAU categorizó y validó la clasificación Clavien – Dindo para NLP apoyándose en el estudio CROES (por sus siglas en inglés *Clinical Research Office of the Endourological Society*), lo que logró un consenso entre los urólogos.<sup>28,31</sup> La clasificación actualmente validada sería: Grado 0, sin complicaciones; Grado I, desviación del curso postoperatorio normal sin necesidad de intervención farmacológica, endoscópica, quirúrgica o de radiología intervencionista. Se permiten tratamientos farmacológicos como antieméticos, antipiréticos, analgésicos, soluciones electrolíticas y fisioterapia, incluye infección del sitio operatorio superficial tratable en la cama del paciente; Grado II, complicación menor que requiere intervención con fármacos diferentes a los anteriormente mencionados. Incluye transfusión de hemoderivados y nutrición parenteral total; Grado III, es una complicación que requiere intervención endoscópica o radiológica, así mismo, si esa no necesita anestesia general, es IIIA y si es necesario anestesia general es IIIB; Grado IV, son complicaciones que amenazan la vida y es necesario el monitoreo en unidad de cuidado intensivo, cuando esa complicación es debido a una disfunción orgánica única (incluye necesidad de diálisis), corresponde a un Grado IVA, mientras que si se presenta disfunción orgánica múltiple es una Grado IVB; Grado V, es cuando el desenlace es la muerte del paciente.<sup>29</sup>

El estudio CROES publicado por De la Rossette y colaboradores, describió las indicaciones actuales, la morbilidad perioperatoria y la TLC en NLP basándose en una base de datos creada durante un poco más de 2 años, donde se incluyeron 5803 pacientes de 96 centros en 26 países alrededor del mundo (Europa, Asia, Norteamérica, Suramérica y Australia). En ese estudio, 4922 pacientes (85,5%), no presentaron ninguna complicación y 1175 (20,5%), experimentaron una o más complicaciones. Las complicaciones reportadas fueron: hemorragia ( $n = 446$ ; 7,8%), perforación de la pelvis renal ( $n = 191$ ; 3,4%), hidrotórax ( $n = 104$ ; 1,8%) y NLP no exitosa en 99 casos (1,7%). Tan solo el 5,7% de los pacientes requirieron transfusión de hemocomponentes y el 10,5% de los pacientes presentó fiebre  $> 38,5^{\circ}\text{C}$ .<sup>32</sup>

Luego Gaston y colaboradores llevaron a cabo un estudio que buscó analizar los datos de los 5803 pacientes incluidos

en el estudio CROES. El objetivo del análisis fue identificar las complicaciones comunes de la NLP, identificar factores de riesgo para el desarrollo de morbilidad postoperatoria luego de NLP y evaluar la relación entre la clasificación modificada de Clavien y el Índice ASA (de sus siglas en inglés *American Society of Anesthesiologists*). De los 5803 pacientes, 5724 (98,6%) usaron la clasificación Clavien- Dindo, y de acuerdo con ella, la mayoría de las complicaciones que se presentaron fueron Grado I ( $n = 634$ ; 50,4%), mientras que Grado II ( $n = 301$ ), Grado IIIA ( $n = 134$ ), Grado IIIB ( $n = 76$ ), Grado IVA ( $n = 18$ ), Grado IVB ( $n = 10$ ) y tan solo dos pacientes presentaron un Clavien- Dindo Grado V y murieron durante el periodo posoperatorio secundario a sepsis de origen urinaria.<sup>33</sup>

Los factores reportados en este estudio que se asociaron con la presencia de complicaciones fueron: tener una clasificación ASA III o IV, el uso de medicamentos anticoagulantes, tener un urocultivo positivo previo y el antecedente de eventos cerebrovasculares. El análisis multivariado reveló que el tiempo quirúrgico y el ASA fueron predictores más significativos relacionados con la presencia de complicaciones. Las posibilidades de tener una complicación mayor (Clavien IIIA o superior), aumentaron a medida que el tiempo quirúrgico era mayor; en comparación con el tiempo quirúrgico corto (menos de 50 minutos), los pacientes con un tiempo entre 51 y 75 minutos no tenían diferencias estadísticamente significativas (OR 0,75 ;  $p = 0,209$ ); mientras que un tiempo quirúrgico largo o muy largo tuvieron un riesgo mayor, es decir 76 a 115 minutos (OR: 1,58 ;  $p = 0,022$ ) y mayor a 116 minutos (OR 2,06 ;  $p = 0,001$ ); asimismo, en comparación con tener una clasificación ASA1, la ASA 2 no tuvo diferencias significativas (OR: 1,17 ;  $p = 0,323$ ) mientras que un ASA 3 o 4 tuvieron riesgos mayores (OR: 2,27 ;  $p = 0,001$  y OR: 4,05;  $P 0,001$ ) respectivamente.<sup>33</sup>

La tasa de hemorragia luego de la NLP va desde el 1% hasta el 55%.<sup>26</sup> Keoghane y colaboradores realizaron un seguimiento a 10 años con 568 pacientes que fueron sometidos a NLP (21 niños y 547 adultos), tan solo reportaron la necesidad de transfusión en el 3,8% de los pacientes adultos con un promedio de edad de 60 años y un promedio de duración de la cirugía de 119 minutos. Asimismo, evidenciaron que el 23,8% de los pacientes trasfundidos tenían una infección urinaria confirmada; con esos hallazgos se revalida que el tiempo quirúrgico y las infecciones previas al acto quirúrgico podrían comportarse como factores de riesgo para complicaciones.<sup>26</sup> Se han relacionado otras variables como factores de riesgo para hemorragia con resultados inconsistentes, dentro de esas variables cabe destacar el tamaño del tracto de nefrostomía, número de trayectos, diámetro del parénquima renal, angulación extensa con el nefroscopio, tamaño y localización de los cálculos, diabetes mellitus y la experiencia del cirujano.<sup>34</sup>

Las lesiones más comunes evidenciadas en la angiografía son fistulas arteriovenosas, aneurismas y laceración de arteria segmentaria.<sup>35</sup> El manejo de las hemorragias luego de ese tipo de intervenciones, ha evolucionado más allá de las transfusiones y en algunos casos se prefiere la embolización

para disminuir el número de unidades trasfundidas; así como el uso de agentes hemostáticos y el ácido tranexámico como medidas con algún grado de evidencia.<sup>36,37</sup> La indicación de embolización luego de NLP se ha reportado hasta en el 1% de los procedimientos y es considerado un procedimiento mínimamente invasivo.<sup>38</sup>

### Posición del Paciente Para la NLP

Para la técnica quirúrgica percutánea, se han realizado cambios en la posición con la intención de incrementar la eficiencia y disminuir el número de intervenciones quirúrgicas que requiere el paciente tanto en patología de polo superior como inferior.<sup>11</sup> No existen indicaciones específicas para la elección de la posición del paciente en la NLP y se elige aquella con la cual el cirujano tenga mayor entrenamiento y experiencia. Tradicionalmente, se realiza en posición prono por el mayor entrenamiento de los urólogos en esa técnica.

### Posición Prono Tradicional

Antes de poner el paciente en posición prono, se realiza el paso retrogrado del catéter ureteral; para ello se ubica el paciente en posición de litotomía y luego se procede a girarlo (► **Fig. 1**). Aunque la posición prono en términos generales ha probado ser satisfactoria, hay situaciones en las cuales los pacientes no toleran adecuadamente esa posición por periodos prolongados.

Dentro de las ventajas de la posición prono se destaca que provee al especialista una mayor superficie de área para elegir el sitio de punción, en particular si se desea ingresar a los cálices del polo superior; a su vez facilita mayor espacio para la manipulación del nefroscopio con una buena distensión del sistema colector, permitiendo el acceso a través del espacio avascular de Brodel sin significativo sangrado renal y con menor riesgo de lesión peritoneal o visceral.<sup>39</sup>

Considerando las desventajas, Duty y colaboradores demostraron en su estudio que la posición prono provee menores longitudes en los trayectos de la NLP.<sup>40</sup> La longitud media del trayecto de la nefrostomía fue más corta en la

posición prona (82,6 mm riñón derecho, 85,4 mm riñón izquierdo), en comparación con la posición supina (108,3 mm riñón derecho, 103,7 mm riñón izquierdo), lo cual fue estadísticamente significativo ( $p < 0,001$ ). La media del ángulo máximo del acceso fue significativamente mayor en la posición prona (99,7 ° riñón derecho; 104,0 ° riñón izquierdo), en comparación con la posición supina (87,7 riñón derecho; 89,4 ° riñón izquierdo). Este estudio es relevante puesto que la longitud del tracto de nefrostomía es importante por varias razones. En primer lugar, el punto en el que la camisa de acceso entra el riñón actúa como un punto de apoyo, cuanto más lejos esté el punto de apoyo de la piel, es menos maniobrible el extremo distal de la vaina dentro del sistema colector. En consecuencia, la nefroscopia es más desafiante, lo que puede conducir potencialmente a una disminución de las tasas de ausencia de cálculos y mayor riesgo de sangrado.<sup>40</sup>

Otros estudios comparativos encontraron diferencias en ambas técnicas. Karami y colaboradores, encontraron diferencias estadísticamente significativas en el tiempo quirúrgico con un ahorro de 30 y 40 minutos entre las posiciones prono, supino y el acceso por flanco, con tiempos en minutos de 68,7 (DE = 37,4), 54,2 (DE = 25,1) y 74,4 (DE = 26,9), respectivamente.<sup>8</sup>

Como ya habíamos descrito antes de realizar la punción percutánea en posición prono, los pacientes se colocan inicialmente en una posición supina de litotomía para permitir la inserción de un catéter ureteral buscando obtener una pielografía retrógrada.<sup>39</sup> Esa necesidad de reposicionamiento de los pacientes a la posición prona la hace menos atractiva para algunos urólogos<sup>8</sup> y la necesidad de un cambio adicional intraoperatorio pone en riesgo al paciente y podría prolongar el tiempo quirúrgico.<sup>39</sup>

La posición prono está contraindicada por los anestesiólogos en los pacientes con alto riesgo cardiovascular. Además, es técnicamente difícil en pacientes con deformidades anatómicas en la cadera o contracturas de la columna lumbar.<sup>8</sup>

Los cambios cardiovasculares, en particular si el paciente tiene obesidad severa o trastornos pulmonares asociados, ocurren al posicionar al paciente en decúbito prono y un hallazgo universal es la disminución en el índice cardíaco que se ha atribuido a variables como el retorno venoso reducido, efectos directos sobre el llenado arterial y la "compliance" ventricular izquierda reducida secundaria al aumento de la presión torácica.<sup>39</sup>

La obstrucción de la vena cava inferior es una complicación bien reconocida de la posición prono que conduce a la disminución del gasto cardíaco, estasis venosa y potencial trombótico.<sup>41</sup> También se ha descrito el aumento de la actividad simpática con un efecto cronotrópico positivo, aumento en la resistencia vascular periférica y mayor liberación de noradrenalina en plasma.<sup>42</sup>

Al reposicionar un paciente se debe evitar la excesiva movilización del cuello que permite el flujo normal de la sangre en la carótida y las arterias vertebrales. El incumplimiento de esas precauciones puede dar lugar a complicaciones graves del Sistema Nervioso Central.<sup>41</sup> Es



**Fig. 1** Posición NLP prono.



importante recordar que si el procedimiento se lleva bajo anestesia conductiva, la conversión a anestesia general con la intubación endotraqueal, presentará un gran reto para el anesthesiólogo.<sup>39</sup> Por otra parte, la lesión de la columna cervical puede ser una consecuencia de la flexión del cuello excesiva o extensión durante la cirugía. Por lo tanto, la cabeza es generalmente apoyada en una almohada para obtener una alineación neutra del cuello. Otra cuestión importante es la necesidad de un control continuo del tubo endotraqueal para garantizar su buen funcionamiento.<sup>39</sup>

Por último, complicaciones musculoesqueléticas como son: rigidez en el cuello, ronquera causada por la compresión de las cuerdas vocales, plexopatías braquiales, se han reportado después de la NLP,<sup>39</sup> como también daño ocular por la presión directa que se ejerce en esa posición.<sup>8,43</sup>

Instrumentos adicionales cervicales, tales como cascos o colchones, se han propuesto para reducir las complicaciones cardiovasculares y esqueléticas potenciales de la anestesia durante una NLP. Un ejemplo es el colchón de Montreal con un hueco central que ayuda a evitar la compresión del abdomen durante la respiración y por lo tanto, mejora la ventilación y el gasto cardíaco durante la cirugía.<sup>39</sup>

#### Posición Supino y Supino Modificada

En 1987 Valdivia y colaboradores usaron modelos cadavéricos y describieron por primera vez la NLP en posición supina,<sup>44</sup> 10 años más tarde, publicaron una serie de 557 pacientes con resultados favorables que incluían una tasa de transfusión del 1%, ninguna lesión de colon y más del 90% de los pacientes describieron dolor leve o no presentaron dolor.<sup>11</sup>

Algunos autores han recomendado la posición supina en pacientes obesos, con falla cardíaca o deterioro de la función pulmonar que no toleran el prono.<sup>8,45</sup> Aunque la ventaja más consistente en los estudios es el menor tiempo quirúrgico.<sup>7,44,46</sup> Algunas otras ventajas han sido reconocidas a favor de la posición supina. El hecho de no tener que realizar un cambio de posición del paciente disminuye el riesgo de extubación per se; permite también mayor facilidad de realizar simultáneamente la NLP y procedimientos ureteroscópicos, presenta un mejor drenaje a través de la camisa de Amplatz y ofrece ergonomía para el cirujano permitiendo la posición sentada con una menor irradiación de sus manos, y sin duda, ofrece un mejor control al anesthesiólogo de la vía aérea durante el procedimiento.<sup>7</sup> Además, si la NLP es realizada con anestesia regional o epidural inicialmente, el cambio a anestesia general puede realizarse de una manera más simple<sup>7</sup> (► Fig. 2).

Aunque son pocos los reportes de lesión del colon durante la NLP; Hopper y Colaboradores en 1987, desarrollaron un estudio con 90 pacientes a los cuales se les realizó una tomografía axial computada tanto en posición supina como prona para mostrar la orientación del colon retroperitoneal sobre los riñones. Los resultados se compararon con los datos de 500 pacientes analizados sólo en posición supina. Se prestó especial atención al colon retrorrenal y su frecuencia de presentación en 500 exploraciones fue del 1,9%, mientras que de los 90 pacientes el 10,0% sometidos a una tomografía en posición prona tuvieron ese hallazgo.<sup>47</sup> Esos datos suponen



Fig. 2 Posición NLP supino.

que la posición supina proporcionaría mayor seguridad en cuanto al riesgo de lesión del colon.

La manipulación del nefroscopio y el acceso al cáliz superior son más difíciles con el paciente en supino;<sup>48</sup> esa condición está dada por la variabilidad anatómica que presentan los riñones encontrándose más mediales y con mayor movilidad en el retroperitoneo, lo que obliga un cambio durante el acceso e indudablemente una longitud mayor del tracto de entrada limitando la movilidad del nefroscopio.<sup>48</sup>

Una de las dificultades a las que se enfrenta el cirujano a la hora de elegir un método quirúrgico es el antecedente de intervenciones como lumbotomías. Un estudio publicado en 2011 por Falahatkar y colaboradores comparó la intervención en supino de los pacientes con y sin intervenciones previas en la región lumbar sin encontrar diferencias significativas en la tasa de complicaciones (sangrado, lesión visceral o pleural y muerte). El sangrado fue la principal complicación y se observó en el 14,2% de los pacientes con antecedente de lumbotomía y el 15,09% de los que no tenían ese antecedente ( $p = 0.826$ ). Tampoco se presentó una diferencia significativa en el tiempo operatorio que fue en promedio de 99,75 minutos (DE = 56,31) en los pacientes con cirugía previa y 99,71 (DE = 45,9) en los que no tenían el antecedente quirúrgico ( $p = 0.93$ ). Reportaron además una TLC del 71,4% en el grupo con antecedente quirúrgico vs 73,5% en el grupo nunca intervenido ( $p = 0.186$ ).<sup>1</sup>

Una de las posiciones que más ha ganado aceptación en los últimos tiempos es la posición supina de Valdivia modificada por Galdakao.<sup>49</sup> En esa posición de litotomía modificada, el paciente es ubicado en supino, la pierna contralateral al cálculo se posiciona en 90 grados de flexión y la pierna ipsilateral en extensión, la región lumbar y cadera del lado del cálculo se elevan 20 grados usando una bolsa de solución salina de 3000 cc por debajo del flanco permitiendo el acceso quirúrgico al cirujano.

En 2013, Llanes y colaboradores en un estudio retrospectivo multicéntrico con 317 pacientes sometidos a NLP, buscó demostrar que la posición supina de Valdivia modificada Galdakao puede ser reproducida con seguridad y

eficacia.<sup>50</sup> Ellos dividieron los pacientes en dos grupos, en el primero fueron intervenidos por un cirujano con experiencia en NLP y en el segundo por otros cirujanos, se tomó como TLC los pacientes con ausencia de cálculo o cálculos menores de 5 mm sin efecto obstructivo. La TLC fue del 80,6% en el grupo de expertos y de un 72,7% ( $p = 0,01$ ) en la realizada por otros cirujanos; la tasa de complicación fue de un 16,4% y un 26,2% ( $p = 0,03$ ) respectivamente, ocurriendo complicaciones de Clavien IIIA o mayor en 14 de 48 pacientes en el grupo de otros cirujanos comparado con 7 de 22 pacientes en el grupo de expertos.<sup>50</sup>

El estudio de Friedlander y colaboradores publicado en 2012, logró demostrar que el costo de la cirugía en posición supino modificada era superior a la posición prono.<sup>51</sup> En este estudio se demostró que el costo global de la NLP en prono varió de 23.423 a 24.463 dólares, mientras que el costo de la NLP realizado en posición supino modificada varió de 24.725 a 25.830 dólares. La principal causa que condujo a ese incremento en costos es que se supone que la posición supina modificada requiere dos cirujanos uno para un acceso retrógrado como otro para un acceso anterógrado.<sup>51</sup>

### Situaciones Especiales Para la NLP

El manejo de los cálculos urinarios en situaciones anormales continúa siendo un reto para los urólogos. Se incluyen dentro las situaciones anormales, embarazo, anatomía aberrante, trasplantes de riñón, divertículos de los cálices, derivaciones urinarias y enfermedad poliquística autosómica dominante. Una combinación de la anatomía aberrante, infecciones del tracto urinario, y los cambios metabólicos predisponen a esos pacientes a un aumento de la incidencia en la formación de cálculos.<sup>13</sup>

#### Riñón en Herradura

El riñón en herradura tiene una prevalencia del 0,25% y es la anomalía de fusión renal más común.<sup>52</sup> Los riñones en herradura se asocian hasta con un 100% de incidencia de anomalías metabólicas urinarias, 40% de infecciones recurrentes del tracto urinario y 35% de incidencia de alteraciones del flujo urinario por mala inserción del uréter. La incidencia de litiasis es del 20% que se localiza principalmente en los cálices del polo inferior y la pelvis renal.<sup>13</sup>

El riñón en herradura es una fusión anormal que provoca un fracaso del ascenso y la rotación. El ascenso es detenido por la arteria mesentérica inferior, que surge en sentido anterior de la aorta justo antes su bifurcación. Por consiguiente, el riñón fusionado se encuentra más caudal que en la posición normal, debido a la rotación incompleta, aunque la pelvis renal es anterior al igual que todos los cálices.<sup>52</sup> Por esa razón, en las opciones de tratamiento, se tendrán que tomar en cuenta las aberraciones en la anatomía que pueden incluir la vasculatura aberrante, distorsiones del sistema colector, la interposición intestinal y sus relaciones anatómicas con el riñón, e incluso la presencia de estenosis pielouretrales.<sup>13</sup>

Si se decide NLP, el paciente se debe colocar en posición de decúbito prono. Se recomienda un trayecto más medial y posterior debido a la mala rotación de los cálices ya que a

menudo los cálices posteriores apuntan directamente hacia atrás. Conociendo que esos riñones están situados más hacia anterior, el tracto puede ser muy largo, especialmente en los obesos. El acceso óptimo generalmente es en la parte posterior del cáliz del polo superior, porque la del polo inferior es muy medial y anterior.<sup>52</sup> En virtud de su posición, el riñón es más fijo y puede exigir un excesivo torque con el nefroscopio y conducir a mayor riesgo de sangrado.<sup>13</sup> El éxito de la NLP está en un rango de un 65,5% a un 75,0% en TLC y las complicaciones en la NLP del paciente con riñón en herradura son similares a las de aquellos con anatomía normal.<sup>13</sup>

#### Riñón Pélvico

Es una variante anatómica conocida que tiene una incidencia de aproximadamente 1/2000 a 3000 en series de autopsias.<sup>52</sup> A diferencia de los riñones en herradura, los riñones dentro de la pelvis convierten la NLP más desafiante para el urólogo. Se recomienda hacer la NLP en posición supina lo que requiere un abordaje transperitoneal. Como es de suponer, ese abordaje tiene el potencial riesgo de lesiones de los contenidos intra-abdominales, en particular el intestino.<sup>13</sup>

#### Riñones Trasplantados

En esos pacientes, la NLP tiene la misma recomendación que en los pacientes con riñones nativos, ya que es generalmente para cálculos mayores de 2 cm de diámetro. Sin embargo, la mayoría de publicaciones sobre NLP en riñones trasplantados son informes de casos. El abordaje es a menudo más fácil que en los riñones pélvicos, debido a la proximidad del riñón trasplantado a la piel.<sup>52</sup>

#### Divertículos Caliciales

Los divertículos caliciales son cavidades quísticas dentro del parénquima renal forradas de epitelio celular transitorio no secretor con una incidencia de menos del 1%. Pueden tener un infundíbulo estrecho que puede predisponer a las infecciones recurrentes, el dolor y la formación de cálculos. La incidencia de litiasis esta entre el 10% y el 50%.<sup>13</sup> La NLP es la opción de tratamiento preferido para la litiasis en los divertículos, con una TLC que está entre un 70% y un 100%, y una recurrencia de un 0% a un 30%. Además, la NLP permite la fulguración y la ablación de los divertículos o bien una plastia o ablación del infundíbulo.<sup>13</sup>

#### Poliquistosis Renal

La nefrolitiasis en la poliquistosis renal es 5 a 10 veces más común que en la población general por razones tanto anatómicas como metabólicas. El riñón poliquístico a menudo tiene estasis urinaria gracias a la ampliación de los quistes que obstruyen el flujo de orina fuera del sistema colector. Metabólicamente, la orina de esos pacientes tiene bajos el pH, el citrato y el magnesio, lo cual predispone a la formación de cálculos. La mayoría de las piedras son cálculos de ácido úrico en el 55% al 71% de los casos, seguido de cálculos de oxalato de calcio.<sup>13</sup> Se deben tener en cuenta varias consideraciones si la NLP se elige como terapéutica. La anatomía aberrante debido a la presencia de quistes puede

comprimir y alargar los cálculos renales. Eso puede hacer que la punción sea más difícil. Una serie de técnicas se pueden utilizar para superar esa dificultad, como el azul de metileno mezclado con material de contraste para la pielografía retrógrada, buscando guiar la aguja de punción para confirmar la entrada en el sistema calicial. Otra opción es la aspiración de los quistes a lo largo de las vías de acceso.<sup>13</sup>

### Embarazo

En general, la incidencia de cálculos en el sistema urinario es poco frecuente durante el embarazo. La incidencia de nefrolitiasis sintomática durante el embarazo varía ampliamente de 1 de cada 244 embarazos a 1 en 1.240 embarazos.<sup>53</sup> Cambios como la dilatación del sistema colector renal secundarios a la compresión del útero grávido y el efecto de la progesterona en el uréter, se han relacionado con la formación de cálculos. Uno de los temas difíciles de la litiasis urinaria en el embarazo se relaciona con los problemas de diagnóstico, y es la ecografía la primera elección.<sup>13</sup> Con respecto a la NLP, no es de elección durante el embarazo y se recomiendan manejos conservadores como la derivación temporal y el manejo quirúrgico diferido.<sup>53</sup>

### Población Pediátrica

En la población pediátrica, la NLP tiene similares alcances en eficacia que en adultos y es la primera línea de tratamiento en cálculos mayores de 1,5 cm y cálculos coraliformes; en ellos se recomienda la posición prona. Se han reportado TLC entre el 89% y el 100%.<sup>54</sup> La tasa de complicaciones post-NLP en pediatría son bajas e incluyen la pérdida de sangre con necesidad de transfusión de hemocomponentes en menos de un 9%; septicemia menor al 2%; fuga de orina a través del tracto de nefrostomía; y

neumo o hemotorax en muy pocos casos, considerándose un procedimiento seguro y exitoso.<sup>54</sup>

### Comparación entre Posiciones Supino y Prono Para NLP

Karami y colaboradores recolectaron 150 pacientes durante 2010 y 2011 comparando las técnicas de NLP en prono, supino y posición en flanco. La TLC, definida como menor de 3 mm, fue de un 92%, 86% y 88%, respectivamente; y el sangrado intraoperatorio ocurrió, en el 6%, 4% y 3%, respectivamente; esas diferencias no fueron estadísticamente significativas y los autores concluyen que las tres técnicas son seguras y eficaces en manos de cirujanos expertos. Refieren que en su estudio, es menor el tiempo quirúrgico en posición supino como lo demuestran otras series de casos, con tiempos promedio en minutos de 68,7 (DE = 37,4) para la técnica prono, 54,2 (DE = 25,1) en supino y 74,4 (DE = 26,9) en posición de flanco ( $p = 0,04$ ).<sup>7</sup>

Astroza G y colaboradores recolectaron datos de 1311 pacientes desde el 2007 hasta el 2009; en 1079 se realizó la NLP en posición prono y en 232 supino. Los objetivos a evaluar eran: tamaño del cálculo, número de punciones, tiempo operatorio, TLC y complicaciones. Hubo mayor TLC para la posición supino (59,2% para supino y 48,4% para prono), diferencia que fue estadísticamente significativa después de ajustar por tamaño y localización del cálculo y número de punciones (valor  $p = 0,001$ ). Además, el tiempo quirúrgico fue significativamente menor en posición prono (media = 123,1 minutos (DE = 52,8) en supino versus Media = 103,2 minutos (DE = 52,7) en prono; valor  $p = 0,001$ ). No demostraron diferencias significativas en cuanto a la tasa de complicaciones dentro de las cuales se encontraba el sangrado, el

**Tabla 1** Resumen de estudios y resultados comparativos NLP prono vs supino

Autor / Año	Diseño / Estudio	N°. de Pacientes	Eficacia (TLC)	Tiempo quirúrgico y complicaciones.
Karami y col. <sup>8</sup> / 2012	Estudio aleatorizado Comparación prono, supino y posición en flanco	150 Pacientes Prono (50) Supino (50) Lateral (50)	92% Prono 86% Supino 88% Flanco ( $p = 0,7$ )	Prono: 68,7 minute Supino: 54,2 minute Flanco: 74,4 minute ( $p = 0,04$ ) <i>Baja tasa de complicaciones en ambas.</i>
Astroza G y col. <sup>48</sup> / 2013	Estudio prospectivo. Comparación prono y supino.	1311 Pacientes Prono (1079) Supino (232)	59,2% Supino 48,4% Prono ( $p = 0,001$ ).	Supino: 123,1 minute Prono: 103,2 minute ( $p = 0,001$ ). <i>No hubo diferencias en la tasa de complicaciones.</i>
Liu y col. <sup>57</sup> / 2010	Revisión sistemática. Comparación prono y supino	2204 Pacientes Prono (2017) Supino (187)	83,5% Supino 81,6% Prono ( $p = 0,59$ )	Tiempos máximos: Supino: 74, 7 minuto Prono: 106,8 minuto ( $p < 0,00001$ ) <i>No hubo diferencias en las tasas de complicaciones.</i>
Abdel y col. <sup>58</sup> / 2013	Estudio prospectivo. Comparación prono y supino.	77 Pacientes Prono (38) Supino (39)	84,6% Supino 84% Prono ( $p = 0,74$ )	Supino: 88 minute Prono: 104 minute ( $p = 0,001$ ) <i>No hubo diferencias en las tasas de complicaciones.</i>



hidrotórax, la perforación y el acceso fallido. Este estudio tuvo como limitación que no definieron el término cálculo complejo y utilizaron diferentes técnicas de imagen para el diagnóstico de TLC.<sup>46</sup>

En una revisión sistemática de la literatura que comparó la posición prono con la supina en NLP, Liu y colaboradores estudiaron como desenlaces primarios la TLC, el tiempo operatorio, la tasa de complicaciones, la necesidad de transfusiones y la aparición de fiebre. Incluyeron dos ensayos clínicos controlados y dos reportes de casos, con 2017 pacientes en prono y 187 en supino. La TLC fue del 83,5% en supino y del 81,6% en prono, sin diferencias estadísticamente significativas. Tampoco hubo diferencias en tasas de complicaciones, necesidad de transfusión o fiebre postoperatoria. Concluyeron que ambas técnicas son seguras y que no existe superioridad para la elección de ninguna de ellas.<sup>55</sup>

Es un estudio prospectivo, se recolectaron pacientes desde el 2008 hasta el 2010, se conformaron dos grupos y se realizó en el grupo A NLP prono y grupo B NLP supino modificada (*free flank*). Los desenlaces que evaluaron fueron la TLC (definida como fragmentos menores de 4mm), complicaciones y tiempo quirúrgico. Solo el tiempo quirúrgico demostró una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos. Esa modificación tiene iguales resultados a la posición supino y la modificada con respecto a la posición prono<sup>56</sup> (►Tabla 1).

## Conclusión

La evidencia actual soporta que no existen diferencias entre las tasas de éxito de la nefrolitotomía percutánea en las posiciones prono y supino, y que en manos expertas ambas pueden llegar a ser indicaciones apropiadas en pacientes con cálculos intrarenales de gran tamaño. Existe hasta ahora soporte bibliográfico que indica que en situaciones especiales, puede ser más segura la posición supina en especial en la población obesa, con enfermedades pulmonares restrictivas y en algunas alteraciones anatómicas de la vía urinaria y malformaciones óseas.

## Referencias

- Falahatkar S, Mohiti M, Atefeh S, Ahmad E, Pourhadi H, Allahkhah A. Complete supine percutaneous nephrolithotomy (csPCNL) in patients with and without a history of stone surgery: safety and effectiveness of csPCNL. *Urol Res* 2011;39(04):295–301
- Vellinga SVR. Global PCNL study URS study Greenlight Laser study Renal Mass study. 2009;1089–1092. Doi: 10.1089=end.2009.1517
- Tugcu V, Su FE, Kalfazade N, Sahin S, Ozbay B, Tasci AI. Percutaneous nephrolithotomy (PCNL) in patients with previous open stone surgery. *Int Urol Nephrol* 2008;40(04):881–884. Doi: 10.1007/s11255-008-9376-1
- Türk C, Petrik A, Sarica K, et al. EAU Guidelines on Interventional Treatment for Urolithiasis. *Eur Urol* 2015;69(03):475–482. Doi: 10.1159/00049803
- Jean de la Rosette MD, Dean Assimos MD, Mahesh Desai MD, et al. Group on behalf of the CPS. The Clinical Research Office of the Endourological Society Percutaneous Nephrolithotomy Global Study: Indications, Complications, and Outcomes in 5803 Patients. *J Endourol* 2009;23(07):1089–1091
- Bernardo NO. Percutaneous Renal Access Under Fluoroscopic Control. In Smith AD, Badlani GH, Preminger GM, Kavoussi LR (eds). *Smith's Textbook of Endourology*. pp 2012:180–188 doi: 10.1002/9781444345148.ch13
- Steele D, Marshall V. Percutaneous nephrolithotomy in the supine position: a neglected approach? *J Endourol* 2007;21(12):1433–1437
- Karami H, Mohammadi R, Lotfi B. A study on comparative outcomes of percutaneous nephrolithotomy in prone, supine, and flank positions. *World J Urol* 2013;31(05):1225–1230
- Ibarluzea González G, Gamarra Quintanilla M, Gallego Sánchez JA, Pereira Arias JG, Camargo Ibargaray I, Bernuy Malfaz C. Litotricia renal percutánea. Evolución, indicaciones y metodología actual en nuestra Unidad de Litotricia. *Arch Esp Urol* 2001;54(09):951–969
- Cormio L, Preminger G, Saussine C, et al. Nephrostomy in percutaneous nephrolithotomy (PCNL): does nephrostomy tube size matter? Results from the Global PCNL Study from the Clinical Research Office Endourology Society. *World J Urol* 2013;31(06):1563–1568
- Antonelli JA, Pearle MS. Advances in percutaneous nephrolithotomy. *Urol Clin North Am* 2013;40(01):99–113
- Ghani KR, Andonian S, Bultitude M, et al. Percutaneous Nephrolithotomy: Update, Trends, and Future Directions. *Eur Urol* 2016;70(02):382–396
- Tan YK, Cha DY, Gupta M. Management of stones in abnormal situations. *Urol Clin North Am* 2013;40(01):79–97
- Acar C, Cal C. Impact of Residual Fragments following Endourological Treatments in Renal Stones. *Adv Urol* 2012;2012:813523
- Osman Y, Harraz AM, El-Nahas AR, et al. Clinically insignificant residual fragments: an acceptable term in the computed tomography era? *Urology* 2013;81(04):723–726
- Gokce MI, Ozden E, Suer E, Gulpinar B, Gulpinar O, Tangal S. Comparison of imaging modalities for detection of residual fragments and prediction of stone related events following percutaneous nephrolithotomy. *Int Braz J Urol* 2015;41(01):86–90
- Raman JD, Bagrodia A, Gupta A, et al. Natural history of residual fragments following percutaneous nephrostolithotomy. *J Urol* 2009;181(03):1163–1168
- Rebuck DA, Macejko A, Bhalani V, Ramos P, Nadler RB. The natural history of renal stone fragments following ureteroscopy. *Urology* 2011;77(03):564–568
- Macejko A, Okotie OT, Zhao LC, Liu J, Perry K, Nadler RB. Computed tomography-determined stone-free rates for ureteroscopy of upper-tract stones. *J Endourol* 2009;23(03):379–382
- Paonessa J, Lingeman JE. Extracorporeal shock wave lithotripsy: generators and treatment techniques, Chap 18. In: Grasso M, Golfarb DS. *Urinary stones: medical and surgical management*. Wiley-Blackwell: Oxford; 2014:216–226 doi: 10.1002/9781118405390.ch18
- De S, Autorino R, Kim FJ, et al. Percutaneous nephrolithotomy versus retrograde intrarenal surgery: a systematic review and meta-analysis. *Eur Urol* 2015;67(01):125–137
- Donaldson JF, Lardas M, Scrimgeour D, et al. Systematic review and meta-analysis of the clinical effectiveness of shock wave lithotripsy, retrograde intrarenal surgery, and percutaneous nephrolithotomy for lower-pole renal stones. *Eur Urol* 2015;67(04):612–616. Doi: 10.1016/j.eururo.2014.09.054
- Okhunov Z, Friedlander JL, George AK, et al. S.T.O.N.E. nephrolithometry: novel surgical classification system for kidney calculi. *Urology* 2013;81(06):1154–1159. Doi: 10.1016/j.urology.2012.10.083
- Labadie K, Okhunov Z, Akhavein A, et al. Evaluation and comparison of urolithiasis scoring systems used in percutaneous kidney stone surgery. *J Urol* 2015;193(01):154–159. Doi: 10.1016/j.juro.2014.07.104
- Smith A, Averch TD, Shahrour K, et al; CROES PCNL Study Group. A nephrolithometric nomogram to predict treatment success of

- percutaneous nephrolithotomy. *J Urol* 2013;190(01):149–156. Doi: 10.1016/j.juro.2013.01.047
- 26 Kanao K, Nakashima J, Nakagawa K, et al. Preoperative nomograms for predicting stone-free rate after extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol* 2006;176(4 Pt 1):1453–1456
- 27 Noureldin YA, Elkoushy MA. Which is better? Guy's versus S. T. O. N. E. nephrolithometry scoring systems in predicting stone-free status post-percutaneous nephrolithotomy. *World J Urol* 2015;1821–1825. Doi: 10.1007/s00345-015-1508-5
- 28 Keoghane SR, Cetti RJ, Rogers AE, Walmsley BH. Blood transfusion, embolisation and nephrectomy after percutaneous nephrolithotomy (PCNL). *BJU Int* 2013;111(04):628–632
- 29 Clavien PA, Sanabria JR, Strasberg SM. Proposed classification of complications of surgery with examples of utility in cholecystectomy. *Surgery* 1992;111(05):518–526
- 30 Torrecilla C, Vicéns-Morton AJ, Meza IA, et al. Complications of percutaneous nephrolithotomy in the prone position according with modified Clavien-Dindo grading system. *Actas Urol Esp* 2015;39(03):169–174
- 31 Dindo D, Demartines N, Clavien P-A. Classification of surgical complications: a new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey. *Ann Surg* 2004;240(02):205–213. Doi: 10.1097/01.sla.0000133083.54934.ae
- 32 Clavien PA, Barkun J, de Oliveira ML, et al. The Clavien-Dindo classification of surgical complications: five-year experience. *Ann Surg* 2009;250(02):187–196. Doi: 10.1097/SLA.0b013e3181b13ca2
- 33 De JJMCH, Opondo D, Daels FPJ, et al. Platinum Priority – Endourology Categorisation of Complications and Validation of the Clavien Score for Percutaneous Nephrolithotomy. *Eur Urology* 2012;62:246–255
- 34 de la Rosette J, Assimos D, Desai M, et al; CROES PCNL Study Group. The Clinical Research Office of the Endourological Society Percutaneous Nephrolithotomy Global Study: indications, complications, and outcomes in 5803 patients. *J Endourol* 2011;25(01):11–17. Doi: 10.1089/end.2010.0424
- 35 Labate G, Modi P, Timoney A, et al. The percutaneous nephrolithotomy global study: classification of complications. *J Endourol* 2011;25(08):1275–1280. Doi: 10.1089/end.2011.0067
- 36 Lee JK, Kim BS, Park YK. Predictive factors for bleeding during percutaneous nephrolithotomy. *Korean J Urol* 2013;54(07):448–453
- 37 Kumar S, Devana SK, Singh SK, Mittal A. Complete obliteration of post percutaneous nephrolithotomy (PCNL) pseudoaneurysm following administration of tranexamic acid. *Urolithiasis* 2013;41(03):273–275
- 38 Yu DS. Gelatin packing of intracortical tract after percutaneous nephrostomy lithotripsy for decreasing bleeding and urine leakage. *J Chin Med Assoc* 2006;69(04):162–165. Doi: 10.1016/S1726-4901(09)70198-4
- 39 Oguz U, Resorlu B, Bayindir M, Sahin T, Bozkurt OF, Unsal A. Emergent intervention criterias for controlling sever bleeding after percutaneous nephrolithotomy. *ISRN Urol* 2013;2013:760272
- 40 Duty B, Waingankar N, Okhunov Z, Ben Levi E, Smith A, Okeke Z. Anatomical variation between the prone, supine, and supine oblique positions on computed tomography: implications for percutaneous nephrolithotomy access. *Urology* 2012;79(01):67–71. Doi: 10.1016/j.urology.2011.06.019
- 41 Jinga V, Dorobat B, Youssef S, et al. Transarterial embolization of renal vascular lesions after percutaneous nephrolithotomy. *Chirurgia (Bucur)* 2013;108(04):521–529
- 42 Miano R, Scoffone C, De Nunzio C, et al; International Translation Research in Uro-Sciences Team. Position: prone or supine is the issue of percutaneous nephrolithotomy. *J Endourol* 2010;24(06):931–938. Doi: 10.1089/end.2009.0571
- 43 Edgcombe H, Carter K, Yarrow S. Anaesthesia in the prone position. *Br J Anaesth* 2008;100(02):165–183. Doi: 10.1093/bja/aem380
- 44 Valdivia Uría JG, Lachares Santamaría E, Villarroya Rodríguez S, Taberner Llop J, Abril Baquero G, Aranda Lassa JM. [Percutaneous nephrolithotomy: simplified technic (preliminary report)]. *Arch Esp Urol* 1987;40(03):177–180
- 45 Pump B, Talleruphuus U, Christensen NJ, Warberg J, Norsk P. Effects of supine, prone, and lateral positions on cardiovascular and renal variables in humans. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2002;283(01):R174–R180. Doi: 10.1152/ajpregu.00619.2001
- 46 Schonauer C, Bocchetti A, Barbagallo G, Albanese V, Moraci A. Positioning on surgical table. *Eur Spine J* 2004;13(Suppl 1):S50–S55. Doi: 10.1007/s-540-27394-8\_8
- 47 Akhavan A, Gainsburg DM, Stock JA. Complications associated with patient positioning in urologic surgery. *Urology* 2010;76(06):1309–1316. Doi: 10.1016/j.urology.2010.02.060
- 48 Astroza G, Lipkin M, Neisius A, et al. Outcomes of Percutaneous Nephrolithotomy Research Of fi ce of the Endourology Society. *Urology* 2013. Doi: 10.1016/j.urology.2013.06.068
- 49 Hopper KD, Sherman JL, Luethke JM, Ghaed N. The retrorenal colon in the supine and prone patient. *Radiology* 1987;162(02):443–446
- 50 Rana AM, Bhojwani JP, Junejo NN, Das Bhagia S. Tubeless PCNL with patient in supine position: procedure for all seasons?—with comprehensive technique *Urology* 2008;71(04):581–585
- 51 Papatsoris AG, Masood J, Saunders P. Supine valdivia and modified lithotomy position for simultaneous antegrade and retrograde endourological access. *BJU Int* 2007;100(05):1192. Doi: 10.1111/j.1464-410X.2007.07248\_3.x
- 52 Llanes L, Sáenz J, Gamarra M, et al. Reproducibility of percutaneous nephrolithotomy in the Galdakao-modified supine Valdivia position. *Urolithiasis* 2013;41(04):333–340. Doi: 10.1007/s00240-013-0558-7
- 53 Friedlander JI, Duty BD, Smith AD, Okeke Z. Percutaneous nephrostolithotomy: an assessment of costs for prone and Galdakao-modified supine Valdivia positioning. *Urology* 2012;80(04):771–775. Doi: 10.1016/j.urology.2012.06.038
- 54 Gupta M, Lee MW. Treatment of stones associated with complex or anomalous renal anatomy. *Urol Clin North Am* 2007;34(03):431–441. Doi: 10.1016/j.ucl.2007.04.004
- 55 Juan Y-S, Wu W-J, Chuang S-M, et al. Management of symptomatic urolithiasis during pregnancy. *Kaohsiung J Med Sci* 2007;23(05):241–246. Doi: 10.1016/S1607-551X(09)70404-8
- 56 Landau EH. Modern Stone Management in Children. *Eur Urol Suppl* 2015;14(01):12–19. Doi: 10.1016/j.eursup.2015.01.004
- 57 Liu L, Zheng S, Xu Y, Wei Q. Systematic review and meta-analysis of percutaneous nephrolithotomy for patients in the supine versus prone position. *J Endourol* 2010;24(12):1941–1946
- 58 Abdel-Mohsen E, Kamel M, Zayed AL, et al. Free-flank modified supine vs. prone position in percutaneous nephrolithotomy: A prospective randomised trial. *Arab J Urol* 2013;11(01):74–78