

TRABAJOS ORIGINALES

Evaluación de protocolo de bajas dosis en radioscopia para nefrolitotomía percutánea. Comparación de resultados y seguridad en un estudio prospectivo y randomizado

Evaluation of low dose protocol in fluoroscopy for percutaneous nephrolithotomy. Comparison of results and safety in a prospective randomized study

Cristian Rodriguez C.¹, Lucas Consigliere H.¹, Raul Prieto C.¹, Pablo Soto R.¹, Pablo Diaz M.¹, Felipe Aguila B.¹, Cristian Garrido I.^{1,2}, Daniel Castro A.^{1,2}, Fernando Marchant G.¹

1. Servicio de Urología, Hospital Clínico de la Universidad de Chile. 2. Servicio de Radiología, Hospital Clínico de la Universidad de Chile.



AUTOR corresponsal: Cristian Rodriguez
cristianrodriguezconcha@gmail.com

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: Tradicionalmente, durante la Nefrolitotomía Percutánea (NPL), la radioscopia se efectúa en modo Continuo a 10 FPS (imágenes por segundo). Existe escasa experiencia en la literatura urológica sobre disminución de dosis de radiación durante la radioscopia y su efecto en el éxito de la NPL (eficacia y seguridad). Series de casos, demuestran resultados similares usando radioscopia en modo Pulsado (1-4 FPS), determinando un Tiempo de Radioscopia inferior al modo Continuo. Dichas experiencias no son basadas en diseños randomizados, ni reportan Dosimetría Directa. Hipótesis: usando radioscopia pulsada, se logran iguales resultados y con igual seguridad, que con radioscopia Continua, y con exposición a radiación significativamente más baja.

MATERIAL Y MÉTODO: Estudio prospectivo, randomizado, ciego simple y experimental (aprobado por Comité de Ética). Muestra de 19 pacientes, entre Abril y Agosto de 2017. De forma aleatoria, aproximadamente la mitad de los pacientes fueron sometidos a NPL con radioscopia Continua (10 FPS) y la otra mitad con modalidad Pulsada (2 FPS). Intervenido en el mismo establecimiento, con 1 trayecto, utilizando el mismo equipo de Radioscopia. Se registró Dosimetría Directa, Tiempo de Radioscopia, resultado (Stone Free) y complicaciones, en cada procedimiento. El análisis estadístico se realizó con medidas de tendencia central, se verificó distribución normal de la muestra y comparación de variables mediante t-Test, con intervalo de confianza del 95 %.

RESULTADOS: En 8 pacientes se utilizó radioscopia Continua, y en 11, radioscopia Pulsada. La Dosimetría del grupo

radioscopia Continua promedió 2,7 mSv, para radioscopia Pulsada el promedio fue 3,1 mSv. El Tiempo de Radioscopia del grupo radioscopia Continua fue de 286,4 s, del grupo radioscopia Pulsada fue de 365,7 s. Ambas diferencias no son estadísticamente significativas (p 0,6 y p 0,3 respectivamente). En relación al Resultado y Complicaciones, no hubo diferencias entre ambos grupos.

CONCLUSIONES: Para los pacientes estudiados a la fecha, no se demuestra beneficioso realizar radioscopia Pulsada: la Dosimetría Directa y el Tiempo de Radioscopia fueron mayores en el grupo de modalidad Pulsada. Nuestros resultados son diferentes a lo reportado en la literatura, lo cual hace necesario evaluar el impacto de esta intervención, y considerar otros factores que pudieran influir.

PALABRAS CLAVES: Nefrolitotomía Percutánea (NPL), Radioscopia Pulsada, Radioscopia Continua, Radiación, Dosimetría, Tiempo de Radioscopia.

ABSTRACT

INTRODUCTION: Traditionally, during Percutaneous Nephrolithotomy (PCNL), fluoroscopy is performed in Continuous mode at 10 FPS (images per second). There is little experience in the urological literature on the reduction of radiation dose during fluoroscopy and its effect on the success of the PCNL (efficacy and safety). Several case show similar results, using Pulsed radioscopia (1-4 FPS), determining a Radioscopia Time inferior to the one in Continuous mode. These experiences are not based on randomized designs, nor do they report Direct Dosimetry. Hypothesis: using pulsed fluoroscopy, the same results are obtained and equally safe than with Continuous radioscopia and with exposure to significantly lower radiation.

MATERIAL AND METHOD: Prospective, randomized, simple and experimental blind study (approved by the Ethics Committee). Sample of 19 patients, between April and August 2017. Randomly, approximately half of the patients underwent PCNL with continuous radioscopia (10 FPS) and the other half with Pulsed modality (2 FPS). They were intervened in the same establishment, in one journey, using the same Radioscopia equipment. Direct Dosimetry, Radioscopia Time, and complications results (Stone Free) were registered in each procedure. The statistical analysis was performed with central trend measures, normal distribution of the sample was verified and comparison of variables by t-Test, with 95 % confidence interval.

RESULTS: Continuous fluoroscopy was used on eight patients, and Pulsed radioscopia on eleven. The Dosimetry of the Continuous fluoroscopy group averaged 2.7 mSv. Pulsed fluoroscopy average was 3.1 mSv. The Radioscopia Time of the Continuous fluoroscopy group was 286.4 s. Pulsed radioscopia group time it was 365.7 s. Both differences are not statistically significant (p 0.6 and p 0.3 respectively). In relation to the Result and Complications, there were no differences between the two groups.

CONCLUSIONS: Performance of Pulsed Radioscopia benefits are not shown in the patients studied to date: Direct Dosimetry and Radioscopia Time were greater in the Pulsed modality group. Our results are different from those reported in the literature, which makes it necessary to evaluate the impact of this intervention, and consider other factors that could influence.

KEYWORDS: Percutaneous Nephrolithotomy (PCNL), Pulsed Radioscopia, Continuous Radioscopia, Radiation, Dosimetry, Radioscopia Time.

INTRODUCCIÓN

La exposición a radiación repetida durante el estudio, tratamiento y seguimiento de la urolitiasis, es un campo que genera un creciente interés para el desempeño de la

Endourología, dado que las imágenes radioscópicas son parte integral de los procedimientos mínimamente invasivos y es reconocido el efecto acumulativo de la radiación ionizante para el desarrollo de diversas neoplasias.^{1,2} Lo anterior, conlleva una

mayor responsabilidad de nuestra especialidad, en términos de aminorar al máximo la exposición a radiación ionizante tanto para nuestros pacientes, como para nuestro equipo. Actualmente el gold estándar para el tratamiento de la litiasis renal de > 2 cm de diámetro, consiste en la Nefrolitotomía Percutánea (NPL) ³, la cual se realiza bajo control radioscópico, permitiendo la localización de la litiasis y el establecimiento de un adecuado trayecto para acceder al sistema colector; constituyéndose como un elemento fundamental y mandatorio para la punción, confirmación de una adecuada localización de la aguja y guías dentro del cáliz deseado, evaluación del progreso del procedimiento y confirmación del resultado final, todo lo cual, genera un grado de exposición importante a radiación ionizante. ^{4,5,6} Existen variaciones del tipo de procedimiento y uso de Radioscopia durante la NPL en diversos centros. En nuestro establecimiento, durante la NPL, la Radioscopia se efectúa fijando un parámetro de 10 imágenes por segundo (FPS en adelante) en modo Continuo, como método estándar. En la actualidad, existe escasa experiencia reportada en

la literatura urológica, sobre la disminución de dosis de radiación durante la Radioscopia y su efecto en el éxito de la NPL, en términos de eficacia y seguridad del mismo. Además, dichas experiencias no son en base a diseños randomizados, la mayoría son diseños retrospectivos y se ha calculado el tiempo de radioscopia, el cual tiene una adecuada correlación con la cantidad de radiación, pero es una medida indirecta y no se han reportado resultados en términos de dosis efectiva (dosimetría directa). ^{6,7,8,9} El objetivo de este estudio es evaluar si con la utilización de radioscopia en modo Pulsado es posible reducir la exposición a radiación ionizante y lograr los mismos resultados en el tratamiento de la litiasis renal mediante NPL, en comparación al método de Radioscopia estándar, que entrega una dosis mayor de radiación. A partir de esto, se puede establecer un protocolo para el uso de Radioscopia en modo Pulsado durante la NPL, que consiga exponer a menos dosis de radiación a los pacientes y equipo tratante, sin comprometer el éxito de dicha intervención.

| TOTAL 19 | GRUPO 2 FPS N11 | GRUPO10 FPS N8 |
|----------------------|------------------------|---------------------|
| IMC | 29,9 | 31,4 |
| GUY'S STONE | | |
| 1 | 4 (36%) | 3 (37%) |
| 2 | 1 (10%) | 2 (25%) |
| 3 | 4 (36%) | 1 (13%) |
| 4 | 2 (18%) | 2 (25%) |
| TAMAÑO LITIASIS (CM) | 2,96 | 3,13 |
| STONE FREE | 8/11 (73%) | 6/8 (75%) |
| STONE FREE/ GSS 1 | 4/4 | 3/3 |
| 2 | 1/1 | 2/2 |
| 3 | 2/3 | 1/1 |
| 4 | 0/2 | 0/2 |
| CLAVIEN 0 | 9/11 | 7/8 |
| 1 | 1 (HEMATOMA PERINATAL) | |
| 2 | | 1 (SEPSIS URINARIA) |
| 3 | | |
| 4 | 1 (LESIÓN TRAQUEA) | |
| TIEMPO OP. (MIN) | 100 | 115 |
| TIEMPO RX (SEG) | 365,7 | 286,4 |
| DOSIS EFECTIVA (MSV) | 3,1 | 2,7 |

P=0.3

P=0.6

TABLA 1

Hipótesis: Para el tratamiento de la litiasis renal, mediante NPL, con uso de Radioscopia en Modo Pulsado, se logran iguales resultados y con igual seguridad, que con Radioscopia en Modo Estándar (Continuo), y con una exposición a radiación significativamente más baja.

MATERIAL Y MÉTODO

Se presentó y aprobó el estudio en la Oficina de Apoyo a la Investigación del Hospital Clínico de la Universidad de Chile, posteriormente recibió aprobación del comité de Ética del mismo establecimiento.

Se diseñó un estudio prospectivo, randomizado, ciego simple (los investigadores, y no los pacientes, conocieron el modo de Radioscopia a utilizar) y experimental, debido a que se intervino el protocolo de adquisición de imágenes en Radioscopia durante la NPL.

Todos los pacientes fueron intervenidos en el Hospital Clínico de la Universidad de Chile, correspondiendo nuestra cohorte a pacientes operados entre Abril y Agosto de 2017. Se realizó la NPL con 1 trayecto, utilizando el mismo equipo de Radioscopia (Siemens). Se fijó como parámetro adicional una distancia desde el tubo del Arco C hasta la piel del paciente de 30 cm, para todos los procedimientos, independiente de si se realizarían con radioscopia continua o pulsada.

A continuación se especifican los criterios de participación de los sujetos:

Inclusión:

Paciente mayor de 15 años de ambos sexos.
Indicación médica de realización de NPL por litiasis renal, con 1 trayecto.
Procedimiento primario.
Consentimiento informado.

Exclusión:

Durante realización del examen se descubre algún hallazgo, por el cual se deba modificar el protocolo de radioscopia.
2 o más trayectos en NPL, procedimiento repetido.
De forma aleatoria, 8 pacientes fueron sometidos a NPL con radioscopia en modo Continuo (10 FPS) y 11 pacientes fueron sometidos a NPL con radioscopia en modo Pulsado (2 FPS). Con respecto a la randomización, esta se realizó utilizando un instrumento online que generó un orden aleatorio de números del 1 al 50, correspondiendo los números impares a pacientes a someter a Radioscopia en modo Pulsado (2 FPS), y los números pares, a pacientes a someter a Radioscopia en modo Continuo (10 FPS).¹⁸ Previo al procedimiento, se registró tamaño y complejidad de litiasis renal, según el Guy's Stone Score¹⁰; además se

clasificó a los pacientes según el score ASA y se consignó su IMC.

Se registró Dosimetría Directa (cGy, mSv) y Tiempo de Radioscopia (s) en cada procedimiento, todos parámetros que calculaba el equipo de radioscopia utilizado, el cual fue constantemente calibrado y operado por los mismos profesionales (tecnólogos médicos de radiología). Se objetivó el resultado del procedimiento (tasa de Stone Free) mediante TAC de abdomen y pelvis sin contraste a todos los pacientes previo al alta hospitalaria, definiendo como "Stone Free" a la presencia de litiasis residual de 4 mm o menos. Con respecto a las complicaciones, estas se definieron según la clasificación de Clavien-Dindo, en cada caso.

Se comparó las variables entre el grupo control, que utilizó radioscopia en modo continuo (10 FPS) y el grupo de estudio con radioscopia en modo pulsado (2 FPS).

Se realizó un análisis descriptivo de las variables en estudio, tales como cálculos de frecuencias y medidas de tendencia central (promedios, desviación estándar, valores máximos y mínimos, rango, entre otras).

Para verificar la normalidad de la distribución de la muestra de cada una de las variables a contrastar, se realizó el test de Shapiro-Wilk, test ideal para muestras de tamaño pequeño. El intervalo de confianza escogido fue del 95 % con un nivel de significación del 5 % ($\alpha=0,05$).

Para el estudio comparativo de las variables con distribución normal se realizó el test paramétrico de la t de student para muestras pareadas. El intervalo de confianza escogido fue del 95 % con un nivel de significación del 5 % ($\alpha=0,05$).

TÉCNICA QUIRÚRGICA:

Bajo Anestesia General, se realizó la primera etapa de la cirugía, que consiste en una cistoscopia, con el paciente en posición de litotomía. Se inserta un catéter ureteral 7 Fr. hasta la pelvis renal a tratar. Este catéter se fija a una sonda Foley 16 Fr. Se comprueba su correcta posición mediante radioscopia en modo Continuo o Pulsado, según haya sido asignado durante la randomización.

A continuación, se procede a colocar al paciente en posición prono. El acceso renal se realiza mediante inyección de medio de contraste a través del catéter ureteral previamente instalado y con apoyo de radioscopia (modo Continuo o Pulsado, según lo expuesto en el párrafo anterior) se punciona el cáliz de interés con aguja de Chiba 18 G. A través de esta aguja sale orina en caso de punción exitosa, tras lo cual se instala guía hidrofílica de seguridad.

El trayecto de nefrostomía se desarrolló con la utilización de la antena de Alken y dilatadores de Amplatz hasta 20 Fr, en que se instaló una vaina de Amplatz para la utilización de un Nefroscopio 20 Fr (técnica de miniPerc). Todos los

pasos de formación del trayecto fueron controlados mediante radioscopia. La litotripsia fue realizada con litotriptor neumático (Lithoclast). Al final del procedimiento, un catéter de nefrostomía 16-18 Fr fue instalado, cuya correcta posición fue corroborada por radioscopia. El Tiempo de Radioscopia y Dosimetría fueron registrados desde que se inició el consumo del equipo de radioscopia, incluyendo las 2 etapas y hasta que se confirmó una adecuada localización del tubo de nefrostomía.

RESULTADOS

Nuestra muestra se constituyó por 19 pacientes, operados entre Abril y Agosto de 2017, 11 pacientes en modo Pulsado (2 FPS) y en 8 pacientes en modo Continuo (10 FPS).

El acceso al sistema pielocalicial fue exitoso en todos los casos. Ambos grupos fueron similares en cuanto al IMC: 29.4 para el grupo de radioscopia en modo Pulsado y 31.4 para el grupo de radioscopia en modo Continuo. En relación al tamaño de la litiasis, resultó ser similar, teniendo en promedio una longitud mayor de 2.96 cm el grupo de radioscopia Pulsada y de 3.13 cm en el grupo de radioscopia Continua. Con respecto al grado de complejidad de la litiasis, estos y otros datos de ambos grupos se muestran en la tabla 1. El Tiempo de Radioscopia del grupo radioscopia modo Pulsado fue de 365.7 s, el del grupo radioscopia modo Continuo fue de 286.4 s. cuyas diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p=0.3$). La Dosimetría del grupo radioscopia modo Pulsado promedió 3.1 mSv, para el grupo de radioscopia en modo Continuo el promedio fue de 2.7 mSv, sin diferencias significativas ($p=0.6$).

En relación al Resultado, las tasas de Stone Free fueron de 73 % para el grupo de radioscopia Pulsada y 75 % para el del modo Continuo.

Con respecto a las Complicaciones, las tasa libre de complicaciones fue de 82 % para el grupo de radioscopia Pulsada y del 85 % para el grupo de radioscopia Continua. El detalle se muestra en la tabla 1.

DISCUSIÓN

El resurgimiento en las últimas décadas de la Nefrolitotomía Percutánea, asociado a un aumento en la incidencia de urolitiasis, ha producido un creciente interés por perfeccionar esta técnica conducente a mantener su efectividad y minimizar los riesgos inherentes a este procedimiento mínimamente invasivo.

La exposición a radiación proveniente del equipo de radioscopia usado para la NPL, resulta inevitable durante el procedimiento, y además su utilización sigue siendo ampliamente popular entre los urólogos de distintos centros. Datos del estudio CROES muestran que el acceso percutáneo

al riñón fue obtenido sólo en un 13.7 % de los casos guiado por ecografía, y en un 86.3 % se utilizó radioscopia.¹¹ Además, independiente del uso del recurso ecográfico, siempre será necesario contar con apoyo radioscópico en pabellón, sobretodo para casos de litiasis renal más complejos¹². En tal sentido, es reconocida la relación que existe entre la exposición a radiación ionizante y la ocurrencia de daño determinístico, relacionado directamente a la dosis, y daño estocástico, el cual esta relacionado al efecto acumulativo de radiación durante la vida.¹³

Así, cualquier esfuerzo conducente a disminuir al mínimo la exposición a radiación ionizante durante este y otros procedimientos en que se utilice radioscopia, resulta beneficioso.

El establecimiento de estrategias adicionales para disminuir la radiación durante la NPL ha sido probada por distintos autores, dentro de las cuales se mencionan: el uso de balones de dilatación, abordaje endoscópico combinado, abordaje guiado por Ecografía- Radioscopia; y similarmente a nuestro estudio, el uso de Radioscopia en modo Pulsado.^{14,15,16}

A diferencia de los estudios, a que hacemos referencia, que son reportes de series de casos, retrospectivos y no randomizados, nuestros resultados indican que no resulta beneficioso realizar radioscopia Pulsada (2 FPS) en términos de disminuir el Tiempo de Radioscopia y la Dosis de radiación, en comparación a la radioscopia Continua, que en nuestro centro se programa a 10 FPS. Nuestros resultados, son diferentes a lo reportado por Durotovic et al, quienes en su cohorte prospectiva, pero no randomizada, demostró una significativa disminución del Tiempo de Radioscopia en los pacientes operados bajo la modalidad pulsada (2 FPS) en comparación al modo Continuo, que en dicha cohorte se programó a 30 FPS. Además, resulta importante recalcar que en el estudio de Durotovic et al, al igual que en el de Blair et al y el de Elkoushy et al, se realizó comparaciones en cuanto al Tiempo de Radioscopia como medida indirecta de exposición a radiación ionizante y no Dosimetría Directa; en nuestra cohorte, se registró Dosimetría de cada procedimiento como medida directa de dosis efectiva de radiación.^{6,7,8}

Cabe destacar que existe poca evidencia en la literatura urológica en relación a este tópico, y los reportes publicados fijan en su mayoría el modo Continuo a 30 FPS. Este parámetro equivale a una cantidad 3 veces mayor de imágenes por segundo, que la radioscopia en modo continuo utilizada en nuestro centro (10 FPS). Lo anterior, puede explicar en parte, la ausencia de diferencias en nuestros resultados de tiempo de radioscopia y dosimetría directa entre 2 FPS y 10 FPS. Es reconocida la curva de aprendizaje durante la NPL. Los

urólogos novatos logran adecuadas competencias, basado en tiempos operatorios, después de aproximadamente 60 casos de NPL; pero la excelencia, basado en la disminución de dosis de radiación durante el procedimiento, puede ser lograda después de 115 casos.17 Nuestro establecimiento es un centro urológico de alta demanda, docente-asistencial, con vasta experiencia en cirugía percutánea, lo cual nos lleva a especular que no habría una gran influencia de una eventual curva de aprendizaje en nuestros resultados; no obstante, el disminuir la adquisición de imágenes radioscópicas desde una modalidad de 10 FPS a 2 FPS y la consecuente poca familiaridad a esta nueva característica, podría inducir una tendencia a aumentar las veces que se solicita al tecnólogo que adquiera imágenes durante el procedimiento, lo cual llevaría a aumentar por esta vía el Tiempo de Radioscopia y Dosis Efectiva en cada procedimiento efectuado en modo Pulsado.

Dentro de las limitaciones en nuestro estudio, reconocemos un bajo número de sujetos recolectados hasta la fecha en que se decidió recopilar los datos (cohorte de 5 meses), tenemos como objetivo el continuar con esta cohorte abierta para dar mayor rigurosidad científica a los resultados de nuestra casuística. Adicionalmente, cabe destacar que si bien el tamaño de la litiasis en tratamiento no fue significativamente diferente entre ambos grupos, sí pueden haber diferencias en los resultados y exposición a radiación al considerar la complejidad de la litiasis renal según el Guy's Stone Score; parámetro que fue medido en cada caso, pero que no fue considerado en el análisis estadístico, dado el bajo número de sujetos incluidos en esta casuística, lo cual nos impediría sacar conclusiones convincentes al respecto.

En relación al resultado terapéutico y la tasa de complicaciones, no hubo mayores diferencias entre ambos grupos. Con respecto a las complicaciones, estas en su mayoría no fueron relacionadas a sitio de punción renal y por lo tanto, no debieron ser influenciadas por la modalidad de radioscopia utilizada.

El presente estudio, corresponde al primer reporte en la literatura urológica de un diseño prospectivo y randomizado para evaluar este tópico durante la NPL; y nuestros resultados son diferentes a lo publicado previamente, lo cual hace necesario evaluar más acuciosamente el impacto de esta intervención y considerar otros factores que pudieran influir en los resultados obtenidos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Fahmy NM, Elkoushy MA, Andonian S (2012) Effective radiation exposure in evaluation and follow-up of patients with urolithiasis. *Urology* 79(1):43-47.
2. Berrington de Gonzalez A, Darby S (2004) Risk of cancer from diagnostic X-rays: estimates for the UK and 14 other countries. *Lancet* 363:345-351.
3. EAU Guidelines on Urolithiasis 2016.
4. Majidpour HS (2010) Risk of radiation exposure during PCNL. *Urol J* 7:87-89.
5. Geeta K et al. Radiation exposure to the patient and operating room personnel during percutaneous nephrolithotomy. *International Urology and Nephrology* (2006) 38:207-210.
6. Blair B, Huang G, Arnold D, Li R, Schlaifer A, Anderson K, Engebretsen S, Wallner C, Olgin G, Baldwin DD (2013) Reduced fluoroscopy protocol for percutaneous nephrostolithotomy: Feasibility, outcomes and effects on fluoroscopy time. *J Urol* 190:2112-2116.
7. Elkoushy MA, Shahrour W, Andonian S. Pulsed fluoroscopy in ureteroscopy and percutaneous nephrolithotomy. *Urology*. 2012 Jun;79(6):1230-5.
8. Durutovic, Dzamic, Milojevic, Nikic, et al. Pulsed versus continuous mode fluoroscopy during PCNL: safety and effectiveness comparison in a case series study. *Urolithiasis* (2016) 44:565-570.
9. Sharma GR, Maheshwari PN, Sharma AG, Maheshwari RP, Heda RS, Maheshwari S. Fluoroscopy guided percutaneous renal access in prone position. *World J Clin Cases* 2015; 3(3): 245-264.
10. Thomas K, Smith NC, Hegarty N, Glass JM (2011) The Guy's stone score-Grading the complexity of percutaneous nephrolithotomy procedures. *Urology* 78:277-281.
11. Andonian S, Scoffone CM, Louie MK (2013) Does imaging modality used for percutaneous renal access make a difference? A matched case analysis. *J Endourol* 27(1):24-28.
12. Matlaga BR, Lingeman JE (2007) Surgical management of upper urinary tract calculi. In: Wein AJ, Kavoussi LR, Novick AC et al (eds) *Campbell-walsh urology*, 10th edn. Saunders/Elsevier, Philadelphia
13. Kumar P. Radiation safety issues in fluoroscopy during percutaneous nephrolithotomy. *Urol J*. 2008 Winter;5(1):15-23.
14. Dehong C, Liangren L, Huawei L, Qiang W (2013) A comparison among four tract dilation methods of percutaneous nephrolithotomy: a systematic review and meta-analysis. *Urolithiasis* 41(6):523-530.
15. Cracco CM, Scoffone CM (2011) ECIRS (endoscopic combined intrarenal surgery) in the Galdakao-modified supine Valdivia position: a new life for percutaneous surgery? *World J Urol* 29:821-827
16. Basiri A, Ziaee AM, Kianian HR, Mehrabi S, Karami H, Moghaddam SM (2008). Ultrasonographic versus fluoroscopic access for percutaneous nephrolithotomy: a randomized clinical trial. *J Endourol* 22(2):281-284
17. Allen D, O'Brien T, Tiptaft R, Glass J. Defining the learning curve for percutaneous nephrolithotomy. *J Endourol*. 2005;19:279-82.
18. Urbaniak, G. C., & Plous, S. (2015). Research Randomizer (Version 4.0) [Computer software]. Retrieved on January 20, 2017, from <http://www.randomizer.org/>.