

KHẢO SÁT MỐI LIÊN QUAN GIỮA TỶ TRỌNG SỎI THẬN VÀ BỀ DÀY NHU MÔ THẬN TRÊN CẮT LỚP VI TÍNH ĐA DẪY VỚI THỜI GIAN TÁN SỎI QUA DA

Hoàng Đình Âu¹, Thân Thị Bích Nguyệt², Trần Quốc Hòa^{1,2}

TÓM TẮT

Mục tiêu: Nghiên cứu nhằm khảo sát mối liên quan giữa tỷ trọng sỏi thận và bề dày nhu mô thận trên cắt lớp vi tính đa dãy với thời gian tán sỏi qua da (PCNL). **Đối tượng và phương pháp nghiên cứu:** Nghiên cứu mô tả tại Bệnh viện Đại học Y Hà nội từ tháng 7/2022 đến tháng 7/2023 trên 71 bệnh nhân (BN) sỏi thận được PCNL, được chụp CLVT đa dãy trước tán sỏi và kiểm tra mức độ sạch sỏi sau tán. Tỷ trọng sỏi được đo trên từng sỏi và lấy giá trị trung bình của từng bệnh nhân và được phân theo các mức sỏi tỷ trọng thấp <950 đơn vị Housfield (UH) và sỏi tỷ trọng cao > 950 UH. Bề dày nhu mô thận được phân thành 2 mức ≥ 18 mm và <18 mm. Sau đó, các biến số này được đối chiếu với thời gian PCNL nhằm xác định mối liên quan, nếu $p < 0.05$ được cho là có mối liên quan có ý nghĩa thống kê. **Kết quả:** Tuổi trung bình là $53,8 \pm 12,3$. Tỷ lệ nam/nữ là 1,54. Tỷ lệ sỏi có tỷ trọng <950 UH (n=9) và >950 UH (n=62) lần lượt là 12,7% và 87,3% tương ứng với thời gian tán sỏi (tính bằng phút) là $58,7 \pm 28,1$ và $68,7 \pm 32,8$, không sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p=0,4$) về thời gian tán sỏi giữa 2 nhóm sỏi tỷ trọng cao và sỏi tỷ trọng thấp. Tỷ lệ BN có bề dày nhu mô thận ≤ 18 mm (n=32) và >18 mm (n= 39) lần lượt là 45,1% và 54,9%. Thời gian tán sỏi (tính bằng phút) của nhóm có bề dày nhu mô ≥ 18 mm và <18 mm lần lượt là $57,18 \pm 23,7$ và $80 \pm 38,12$. Có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p=0,005$) về thời gian tán sỏi giữa 2 nhóm bề dày nhu mô ≥ 18 mm và <18 mm. **Kết luận:** Nghiên cứu của chúng tôi cho thấy tỷ trọng sỏi không có mối liên quan với thời gian tán sỏi qua da với $p > 0,05$. Ngược lại, bề dày nhu mô thận có mối liên quan với thời gian tán sỏi qua da với $p < 0,05$. Việc đánh giá bề dày nhu mô thận trên CLVT đa dãy đóng vai trò quan trọng trong dự báo kết quả tán sỏi thận qua da.

Từ khóa: Tỷ trọng sỏi thận, bề dày nhu mô thận, tán sỏi thận qua da, cắt lớp vi tính đa dãy

SUMMARY

INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN KIDNEY STONE DENSITY AND KIDNEY PARENCHYMAL THICKNESS ON MULTI-SLICE COMPUTED TOMOGRAPHY WITH PERCUTANEOUS NEPHROLITHOTRIPSY TIME

¹Bệnh viện Đại học Y Hà Nội

²Trường Đại học Y Hà Nội

Chịu trách nhiệm chính: Hoàng Đình Âu

Email: hoangdinhau@gmail.com

Ngày nhận bài: 19.01.2024

Ngày phản biện khoa học: 11.3.2024

Ngày duyệt bài: 27.3.2024

Purpose: The aim of this study was to investigate the relationship between kidney stone density and the renal parenchymal thickness on multi-slices computed tomography and percutaneous nephrolithotripsy (PCNL) time. **Material and methods:** Descriptive study at Hanoi Medical University Hospital from July 2022 to July 2023 on 71 patients with kidney stones who underwent PCNL, had multi-slices CT scan before PCNL and checked the cleanliness of stones after PCNL. Stone density was measured on each stone and the average value was taken for each patient and classified into low density stones <950 Housfield units (UH) and high density stones > 950 UH. The renal parenchymal thickness was classified into ≥ 18 mm and < 18mm. Then, these values were compared with PCNL time to determine the relationship between these variables and PCNL time, $p < 0.05$ was considered as statistically significant difference. **Results:** Mean age was 53.8 ± 12.3 . The male/female ratio was 1.54. The proportion of stones with density <950 UH (n=9) and >950 UH (n=62) were 12.7% and 87.3%, respectively, corresponding to a PCNL time (in minutes) of $58, 7 \pm 28.1$ and 68.7 ± 32.8 , there was no statistically significant difference ($p=0.4$) in PCNL time between the two groups of high density stones and low density stones. The proportion of patients with renal parenchymal thickness ≤ 18 mm (n=32) and >18 mm (n= 39) were 45.1% and 54.9%, respectively. The PCNL lithotripsy time (in minutes) of the group with parenchymal thickness ≥ 18 mm and <18 mm was 57.18 ± 23.7 and 80 ± 38.12 , respectively. There was a statistically significant difference ($p=0.005$) in PCNL lithotripsy time between the two groups with parenchymal thickness ≥ 18 mm and <18 mm. **Conclusion:** Our study shows that stone density has no relationship with percutaneous nephrolithotripsy time with $p > 0.05$. On the contrary, kidney parenchymal thickness was related to percutaneous nephrolithotripsy time with $p < 0.05$. Assessing kidney parenchymal thickness on MSCT played an important role in predicting PCNL results. **Keywords:** kidney stones density, kidney parenchymal thickness, percutaneous nephrolithotomy, multi-slice computed tomography.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sỏi tiết niệu là bệnh khá phổ biến trong cộng đồng, ảnh hưởng đến khoảng 1-5 % dân số¹. Ở Việt Nam, sỏi tiết niệu chiếm 40-50% các bệnh nhân có bệnh lý hệ tiết niệu, thường gặp ở độ tuổi từ 30-60 tuổi và ở cả hai giới, trong đó sỏi đài bể thận chiếm vị trí hàng đầu khoảng 70-75%^{2,3}. Các biến chứng thường gặp do sỏi tiết niệu là ứ nước, ứ mủ thận, áp xe thận, suy thận...

Có nhiều phương pháp điều trị sỏi tiết niệu

trong đó phương pháp tán sỏi qua da (PCNL) là một phương pháp can thiệp lấy sỏi có chỉ định rộng rãi và đạt hiệu quả cao. Phương pháp này tạo đường hầm qua da vùng thắt lưng vào đài bể thận, qua đó dùng một máy nội soi thận đưa trực tiếp qua đường hầm vào tiếp cận và tán sỏi trực tiếp bằng năng lượng siêu âm hoặc Laser. Sau khi tán vỡ mảnh sỏi được lấy hết qua bơm rửa đài bể thận và dẫn lưu bể thận qua da. PCNL thường được áp dụng với sỏi đường bài xuất từ 1/3 trên niệu quản đến các đài thận, bao gồm sỏi đài bể thận (kể cả sỏi san hô), sỏi niệu quản 1/3 trên (kích thước >2cm), các trường hợp thất bại của tán sỏi ngoài cơ thể hoặc nội tán sỏi nội soi niệu quản ở định khu nói trên. Hơn nữa phương pháp này còn có thể áp dụng với sỏi thận ở người có bất thường về giải phẫu hệ tiết niệu.

Dự đoán trước phẫu thuật về tỷ lệ thành công và biến chứng của PCNL đã thu hút sự chú ý của các bác sĩ tiết niệu trong những năm gần đây. Các biểu đồ tiên lượng đã được đề xuất và xác nhận cho mục đích này. Vào năm 2008, Tefekli và cộng sự⁴ không tìm thấy bất kỳ mối quan hệ đáng kể nào giữa độ phức tạp của sỏi và biến chứng của PCNL. de la Rosette và cộng sự⁵ phân loại sỏi thận dựa trên trọng lực (kích thước) sỏi và tìm thấy mối tương quan đáng kể giữa trọng lực sỏi và thời gian phẫu thuật. Mishra và cộng sự⁶ đã đưa ra phương pháp đo hình thái sỏi san hô yêu cầu chụp CT tiết niệu cùng với phần mềm đánh giá thể tích dựa trên CT.

Chụp cắt lớp vi tính (CLVT) đa dãy hệ tiết niệu có thể chẩn đoán sỏi tiết niệu với độ nhạy cao (lên tới 98%), và độ đặc hiệu (96-100%)⁷. CLVT không chỉ giúp chẩn đoán chính xác sỏi tiết niệu mà còn cho phép đánh giá chức năng thận, tình trạng nhu mô, cấu trúc giải phẫu đường bài xuất, các biến chứng do sỏi gây ra, theo dõi và đánh giá sau điều trị sỏi. Tuy nhiên, còn ít nghiên cứu khảo sát mối liên quan tỷ trọng sỏi và bề dày nhu mô thận với thời gian tán sỏi.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu. Nghiên cứu mô tả được thực hiện trên bệnh nhân sỏi thận, được chụp CLVT đa dãy hệ tiết niệu trước tán sỏi đồng thời được tán sỏi thận qua da.

2.2. Quy trình nghiên cứu

2.2.1. Chụp CLVT đa dãy hệ tiết niệu và đo tỷ trọng sỏi thận và bề dày nhu mô thận. Bệnh nhân được chụp CLVT hệ tiết niệu bằng máy 16 dãy của hãng Philips và 128 dãy của hãng GE với độ dày lớp cắt: 0.625 -1,0 mm; FOV: 32-40 cm. Vị trí cắt từ vòm hoành tới hết khớp mu. Thuốc cản quang được dùng là loại tan

trong nước, liều tiêm từ 1-1,5ml/kg cân nặng, tốc độ tiêm tối thiểu 2,5ml/giây.

Quy trình chụp bao gồm 4 thì: Thì trước tiêm cản quang, 2) Thì động mạch (sau tiêm cản quang 30 giây) 3) Thì nhu mô (sau tiêm cản quang 60 giây), 4) Thì bài xuất (tùy thuộc vào chức năng thận có sỏi, tối thiểu 5 phút).

Tỷ trọng sỏi được đo trên từng viên sỏi sau đó tính giá trị trung bình cho mỗi bệnh nhân. Bề dày nhu mô thận đo ở 3 vị trí: cực trên, giữa và cực dưới sau đó tính giá trị trung bình cho mỗi bệnh nhân. Các phép đo này được thực hiện trên CLVT thì trước tiêm thuốc cản quang.

2.2.2. Tán sỏi qua da: bao gồm 4 thì được tóm tắt như sau: Thì 1: Soi bàng quang đặt catheter niệu quản ngược dòng, sau đó cố định catheter vào sonde tiểu. Thì 2: Chọc và nong đường hầm vào đài bể thận qua da. Dưới hướng dẫn siêu âm chọn vị trí và hướng chọc dò phù hợp (thường vào nhóm đài giữa), đặt Amplatz để hoàn thành quá trình tạo đường hầm. Đây là bước rất quan trọng trong quá trình PCNL. Đường vào đài bể thận cần đảm bảo tiếp cận sỏi một cách trực tiếp. Trong trường hợp cần thiết, có thể tạo thêm đường vào thứ hai hoặc thứ ba nhằm đảm bảo lấy hết sỏi. Thì 3: Soi và tán sỏi. Dùng năng lượng laser để tán sỏi, áp lực tán duy trì từ 10-20 kPa. Ghi nhận thời gian tán sỏi vào mẫu bệnh án nghiên cứu. Thì 4: Đặt sonde JJ niệu quản và dẫn lưu thận

2.3. Xử lý số liệu. Số liệu được nhập vào bảng dữ liệu và xử lý bằng phần mềm SPSS 22.0. Các biến định tính tính tỷ lệ phần trăm (%); với biến định lượng tính trung bình, độ lệch chuẩn giá trị min-max. So sánh 2 tỷ lệ sử dụng phép kiểm Chi-square hoặc Fisher (Fisher's exact test). So sánh các trị số trung bình dùng phép kiểm T-Test (hoặc Mann Whitney khi số liệu không phân bố chuẩn).

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Đặc điểm chung của nhóm BN trong nghiên cứu

3.1.1. Tuổi: Đa số bệnh nhân tập trung ở độ tuổi từ 40-79 tuổi, chiếm tỷ lệ 81,7%, trong đó nhiều nhất là nhóm tuổi 40-59 tuổi, chiếm 43,7%, sau đó đến nhóm bệnh nhân 60-79 tuổi chiếm 38%, thấp nhất là nhóm bệnh nhân <40 tuổi chiếm tỷ lệ thấp 18,3%. Không có bệnh nhân nào <20 tuổi hay ≥80 tuổi. Tuổi thấp nhất là 31 tuổi. Cao nhất là 73 tuổi. Tuổi trung bình là 53,8± 12,3.

3.1.2. Giới: Nam mắc bệnh nhiều hơn nữ, nam chiếm 60,6%, nữ chiếm 39,4%, tỷ lệ nam/nữ = 1,54

3.1.3. Chỉ số BMI của nhóm BN trong nghiên cứu

Bảng 1: Chỉ số BMI của nhóm BN trong nghiên cứu

Chỉ số BMI	Số BN	Tỉ lệ %
Nhẹ cân	5	7,0
Bình thường	54	76,1
Thừa cân	12	16,9
Tổng	71	100
Trung bình	21,7± 2,2	

Nhận xét: Đa số bệnh nhân có BMI trong giới hạn bình thường chiếm 76,1%. Nhóm bệnh nhân có BMI trung bình là 21,7± 2,2 (thấp nhất 16,9, cao nhất 27,7).

3.2. Tỷ trọng sỏi thận của nhóm bệnh nhân trong nghiên cứu:

Bảng 2: Tỷ trọng sỏi thận của nhóm bệnh nhân trong nghiên cứu

Tỷ trọng sỏi	Số BN	Tỉ lệ %
<950HU	9	12,7
≥950HU	62	87,3
Tổng	71	100
Tỷ trọng sỏi trung bình	1231 ± 221 HU	

Nhận xét: Đa số bệnh nhân có tỷ trọng sỏi cao ≥950HU chiếm tỷ lệ 87,3% (62BN), số bệnh nhân có tỷ trọng sỏi <950HU chiếm 12,7% (9BN)

3.3. Mối liên quan giữa tỷ trọng sỏi thận với thời gian tán sỏi

Bảng 3: mối liên quan giữa tỷ trọng sỏi thận với thời gian tán sỏi

Tỷ trọng sỏi	<950HU	≥950HU	p
Số BN	9	62	0,4
Thời gian phẫu thuật trung bình	58,7±28,1	68,7±32,8	
Thời gian phẫu thuật trung bình (phút)	67,5±32,8		

Nhận xét: Thời gian tán sỏi trung bình giữa các nhóm có tỷ trọng sỏi <950HU và ≥950HU khác nhau không có ý nghĩa thống kê với p=0,4.

3.4. Bề dày nhu mô thận của nhóm bệnh nhân trong nghiên cứu

Bảng 4: Bề dày nhu mô thận của nhóm bệnh nhân trong nghiên cứu

Bề dày nhu mô	Số BN	Tỉ lệ %
≥18mm	32	45,1
<18mm	39	54,9
Tổng	71	100
Bề dày nhu mô trung bình	17,8 ±5,0 mm	

Nhận xét: Số bệnh nhân có bề dày nhu mô thận ≥18mm và <18mm gần tương đương nhau

3.5. Mối liên quan giữa bề dày nhu mô thận với thời gian tán sỏi

Bảng 5: Mối liên quan giữa bề dày nhu mô thận với thời gian tán sỏi thận

Bề dày nhu mô	Số BN	Thời gian tán sỏi trung bình	P
≥18mm	32	57,18±23,7	0,005
<18mm	39	80,0±38,12	
Thời gian tán sỏi trung bình	67,5±32,8		

Nhận xét: Thời gian tán sỏi trung bình của nhóm bề dày nhu mô < 18mm kéo dài lâu hơn thời gian phẫu thuật trung bình của nhóm bề dày nhu mô ≥18mm. Bề dày nhu mô thận có liên quan đến thời gian tán sỏi trung bình có ý nghĩa thống kê p= 0,005.

IV. BÀN LUẬN

Kết quả nghiên cứu của chúng tôi cho thấy, tuổi trung bình của nhóm bệnh nhân trong nhóm nghiên cứu là 53,8± 12,3. Kết quả nghiên cứu của chúng tôi tương tự kết quả của Wei Hong Lai⁸ nghiên cứu trên 1000 bệnh nhân tán sỏi qua da điều trị sỏi thận thấy độ tuổi trung bình của bệnh nhân là 54,4 ± 12,6 tuổi. Liu Y⁹ cho rằng tỷ lệ mắc sỏi thận tăng lên theo tuổi và đạt đỉnh ở nhóm tuổi 40-60 và giảm dần sau đó.

Trong 71 bệnh nhân, có 43 bệnh nhân nam chiếm 60,6%, 28 bệnh nhân nữ chiếm 39,4%. Như vậy nhóm bệnh nhân nam cao hơn nữ với tỷ lệ nam/nữ= 1.54. Tác giả Ozgor. F và cộng sự¹⁰ nghiên cứu trên 410 bệnh nhân tán sỏi qua da cho kết quả có 129 bệnh nhân nam, 76 bệnh nhân nữ, tỷ lệ nam/nữ là 1,70. Ở đa số các quốc gia châu Á, nam giới dễ mắc bệnh sỏi thận hơn so với nữ giới, tỷ lệ nam/nữ dao động từ 1,49 đến 2,43⁹. Điều này có thể giải thích do sự khác biệt về lối sống, chế độ ăn, chế độ sinh hoạt, các yếu tố nguy cơ hình thành sỏi giữa hai giới. Nam giới hay sử dụng nhiều rượu, cà phê, ăn nhiều thịt hơn phụ nữ. Hơn nữa, testosterone có thể thúc đẩy hình thành sỏi, trong khi estrogen đường như ức chế hình thành sỏi bằng cách điều chỉnh sự tổng hợp 1,25-dihydroxy-vitamin D. Ngoài ra ở nam giới có nguy cơ bị phì đại tiền liệt tuyến, đây là một yếu tố gây nên nhiễm khuẩn tiết niệu và tạo sỏi đường tiết niệu.

Một số nghiên cứu cho rằng BMI cao cũng làm tăng nguy cơ bị sỏi tiết niệu cùng khả năng tái phát sỏi. Béo phì có liên quan đến tăng tỷ lệ biến chứng với kết quả phẫu thuật tán sỏi qua da theo các nghiên cứu còn nhiều tranh cãi. Gần đây cơ quan nghiên cứu lâm sàng của Hiệp hội nội soi đã dựa trên các báo cáo nghiên cứu tiến cứu phẫu thuật tán sỏi qua da và thấy rằng tỷ lệ sạch sỏi thấp hơn cùng thời gian phẫu thuật dài hơn ở những bệnh nhân béo phì. Tuy nhiên có một số nghiên cứu khác chỉ ra rằng phẫu thuật tán sỏi qua da là độc lập với BMI. Nghiên cứu

cho rằng kỹ thuật này là phương pháp an toàn và hiệu quả với sỏi thận ở các bệnh nhân có hình thể khác nhau.

Nghiên cứu của Karalar và cộng sự (2016) nghiên cứu trên 120 bệnh nhân tán sỏi qua da, chia làm hai nhóm bệnh nhân tỷ trọng <1250HU (67BN) và nhóm >1250HU (53BN), với thời gian phẫu thuật tán sỏi lần lượt là $113,6 \pm 37,3$ phút và $130,6 \pm 63,3$ phút, thời gian tán sỏi trung bình giữa hai nhóm này có sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê với $p > 0,05$. Tác giả Anastasiadis và cộng sự nghiên cứu trên các bệnh nhân tán sỏi chia làm hai nhóm bệnh nhân, nhóm 1 gồm 562 bệnh nhân có tỷ trọng sỏi <1000HU, nhóm 2 gồm 449 bệnh nhân có tỷ trọng sỏi >1000HU, thời gian phẫu thuật trung bình lần lượt là $88,6 \pm 41,6$ phút và $87,4 \pm 49,5$ phút, thời gian phẫu thuật trung bình giữa hai nhóm này có sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê với $p = 0,565$. Nghiên cứu của chúng tôi cho thấy thời gian tán sỏi trung bình giữa các nhóm có tỷ trọng sỏi <950HU và ≥ 950 HU lần lượt là $58,7 \pm 28,1$ phút và $68,7 \pm 32,8$ phút, thời gian phẫu thuật trung bình giữa hai nhóm này có sự khác nhau không có ý nghĩa thống kê với $p = 0,4$. Kết quả nghiên cứu của chúng tôi tương tự với một số tác giả nước ngoài nêu trên. Để nhận thấy rằng thời gian phẫu thuật trung bình của các nghiên cứu ở nhóm có tỷ trọng cao >1000HU đều cao hơn nhóm có tỷ trọng thấp <1000HU. Có thể do tất cả các bệnh nhân trong nghiên cứu của chúng tôi đều sử dụng tán sỏi bằng năng lượng laser công suất cao với áp lực nước 10-20Kpa đẩy mảnh sỏi ra ngoài và làm giảm nhiệt độ trong quá trình tán sỏi tạo ra. Laser công suất cao giúp quá trình tán sỏi trở nên đơn giản, dễ dàng hơn và được áp dụng ngày càng rộng rãi.

Nghiên cứu của chúng tôi có bề dày nhu mô thận trung bình là $17,8 \pm 5,0$ mm. Kết quả nghiên cứu của tác giả Tepeler cũng cho kết quả tương tự với bề dày nhu mô trung bình là $17,33 \pm 5,32$ mm. Kết quả của chúng tôi cho thấy thời gian tán sỏi trung bình của nhóm bề dày nhu mô thận ≥ 18 mm và <18mm lần lượt là $57,18 \pm 23,7$ phút và $80,0 \pm 38,12$ phút, thời gian tán sỏi trung bình có liên quan đến bề dày nhu mô thận với $p < 0,05$. Nghiên cứu của tác giả Karalar và cộng sự (2016) cho kết quả thời gian phẫu thuật trung bình của nhóm bề dày nhu mô thận >14,5mm và bề dày nhu mô thận <14,5mm lần lượt là $117,6 \pm 6,2$ phút và $125,7 \pm 7,1$ phút với $p > 0,05$. Có lẽ các bước trong quy trình phẫu thuật của các tác giả nước ngoài phức tạp hơn nên thời gian phẫu thuật trung

bình của các tác giả này kéo dài hơn so với các tác giả trong nước, cũng có thể do cách tính thời gian phẫu thuật khác nhau. Nhìn chung hệ thống đài bể thận càng giãn càng thuận lợi cho quá trình chọc dò đài thận. Tuy nhiên khi thận giãn quá lớn thì sẽ làm cho sỏi không được cố định tốt, gây khó khăn cho quá trình tán, bơm rửa và gắp các mảnh sỏi. Hơn nữa khi thận giãn nhiều, nhu mô thận mỏng thì dễ tuột Amplatz, ảnh hưởng đến quá trình phẫu thuật.

V. KẾT LUẬN

Tỷ trọng sỏi đo trên CLVT không có mối liên quan với thời gian tán sỏi thận qua da với $p > 0,05$. Tuy nhiên, bề dày nhu mô thận có mối liên quan với thời gian tán sỏi với $p < 0,05$. Việc đánh giá hai tham số này trên CLVT trước tán sỏi đóng vai trò quan trọng trong dự báo kết quả tán sỏi qua da.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Viljoen A, Chaudhry R, Bycroft J.** Renal stones. *Ann Clin Biochem.* 2019; 56(1):15-27. doi:10.1177/0004563218781672.
2. **Bùi Văn Lệnh.** Chẩn Đoán Hình Ảnh Bộ Máy Tiết Niệu. Nhà xuất bản y học; 2011.
3. **Hoàng Long.** In: Bài Giảng Bệnh Học Ngoại Khoa. 2013:203-204.
4. **Tefekli A, Ali Karadag M, Tepeler K, Sari E, Berberoglu Y, Baykal M, et al.** Classification of percutaneous nephrolithotomy complications using the modified Clavien grading system: Looking for a standard. *Eur Urol* 2008;53:184-90.
5. **de la Rosette JJ, Zuazu JR, Tsakiris P, Elsukka AM, Zudaire JJ, Laguna MP, de Reijke TM.** Prognostic factors and percutaneous nephrolithotomy morbidity: A multivariate analysis of a contemporary series using the Clavien classification. *J Urol* 2008;180:2489-93.
6. **Mishra S, Sabnis RB, Desai M.** Staghorn morphometry: A new tool for clinical classification and prediction model for percutaneous nephrolithotomy monotherapy. *J Endourol* 2012; 26:6-14.
7. **Smith RC, Rosenfield AT, Choe KA, et al.** Acute flank pain: comparison of non-contrast-enhanced CT and intravenous urography. *Radiology.* 1995; 194(3): 789-794. doi: 10.1148/radiology.194.3.7862980
8. **Lai WH, Jou YC, Cheng MC, et al.** Tubeless percutaneous nephrolithotomy: Experience of 1000 cases at a single institute. *Urological Science.* 2017;28(1): 23-26. doi: 10.1016/j.urols.2016.04.004
9. **Liu Y, Chen Y, Liao B, et al.** Epidemiology of urolithiasis in Asia. *Asian J Urol.* 2018;5(4):205-214. doi: 10.1016/j.ajur.2018.08.007
10. **Ozgor F, Kucuktopcu O, Sarilar O, et al.** Does previous open renal surgery or percutaneous nephrolithotomy affect the outcomes and complications of percutaneous nephrolithotomy. *Urolithiasis.* 2015; 43(6): 541-547. doi:10.1007/s00240-015-0798-9.