

AUS DER ABTEILUNG
FÜR GEFÄßCHIRURGIE
PROF. DR. KARIN PFISTER
DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

**MID-TERM RESULTS AFTER OPEN SURGICAL AND ENDOVASCULAR
MANAGEMENT OF ARTERIO-URETERAL FISTULA**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Georgios Sachsamanis

2021

Meiner Mutter

AUS DER ABTEILUNG
FÜR GEFÄßCHIRURGIE
PROF. DR. KARIN PFISTER
DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

**MID-TERM RESULTS AFTER OPEN SURGICAL AND ENDOVASCULAR
MANAGEMENT OF ARTERIO-URETERAL FISTULA**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Georgios Sachsamanis

2021

Dekan:

Prof. Dr. Dirk Hellwig

1. Berichterstatter:

PD. Dr. Kyriakos Oikonomou

2. Berichterstatter:

Prof. Dr. Stefan Denzinger

Tag der mündlichen Prüfung:

28 Juni 2021

Inhaltsverzeichnis

Originalarbeit	2
Einleitung	23
Zusammenfassung	29
Diskussion und Schlussfolgerungen	31

Originalarbeit

Mid-term results after open surgical and endovascular management of arterio-ureteral fistula

Authors

Georgios Sachsamanis ^a, Karin Pfister ^a, Piotr M Kasprzak ^a, Wilma Schierling ^a, Stefan Denzinger ^b, Kyriakos Oikonomou ^a

Affiliations:

^a Department of Vascular Surgery, University Medical Center Regensburg, Regensburg, Germany

^b Department of Urology, Caritas-Hospital Saint Josef Regensburg, Regensburg, Germany

Corresponding author

Georgios Sachsamanis

Franz-Josef-Strauss Allee 11, 93053 Regensburg

Tel: ++49 941 944 6911; Fax: ++49 941 944 6910

E-mail: sachsamanis@hotmail.com

This author will handle all correspondence at all stages of refereeing, publication and post-publications

Mid-term results after open surgical and endovascular management of arterio-ureteral fistula

Abstract

Background: Arterio-ureteral fistula refers to the anomalous fistulous connection between the iliac artery and the ureter. It is often associated with pelvic malignancy, abdominal surgery and radiation. As it is a potentially life-threatening condition, prompt diagnosis and management is essential.

Methods: We performed a retrospective analysis of patients treated for arterio-ureteral fistula in a single vascular institution from January 2013 until March 2019. Preoperative assessment included physical and laboratory examinations and medical history, with diagnosis established through computed tomography angiography, digital subtraction angiography or ureteroscopy. Parameters analyzed included perioperative mortality and morbidity as well as treatment durability during mid-term follow-up.

Results: Nine patients with ten arterio-ureteral fistulas were included in the study. Macroscopic hematuria was the main presenting symptom, with two patients admitted due to hemorrhagic shock. Endovascular treatment was carried out in six patients. In four cases, single stentgraft deployment inside the common iliac artery was performed, in one case in combination with plugging of the internal iliac artery. One patient underwent implantation of an iliac-branched device, while in another patient coiling of the internal iliac artery sufficed for management of the fistula. Open surgical repair was carried out in three cases. Perioperative mortality was zero; one patient had prolonged hospital stay due to superficial wound infection. Recurrent hematuria and stentgraft infection were observed during follow-up in three patients following endovascular repair, all of them treated through open surgery with no further complications. One patient developed an enterocutaneous fistula after open repair during follow-up and required redo surgery.

Discussion: Arterio-ureteral fistula is a challenging clinical scenario demanding prompt diagnosis and management. Open surgery remains the treatment of choice in cases of pre-existing vascular reconstruction or manifest infection. Endovascular techniques offer a viable solution in significantly comorbid patients or in patients presenting with acute, life-threatening bleeding.

Rigorous follow-up is required regardless of treatment modality due to the considerable rate of reinterventions.

Keywords: arterio-ureteral, ureteroarterial, ureteroiliac, fistula, endovascular

Introduction

First described by Moschcowitz in 1908, arterio-ureteral fistula (AUF) is a rare vascular condition referring to the anomalous formation of a connection between an iliac artery and the ureter ¹. It involves mostly the common iliac artery (CIA), however the connection point can be the external or the internal iliac artery (EIA, IIA) as well ^{2,3}. There is a slight female and left-sided predisposition, while its development is highly associated with pelvic malignancy or surgery and irradiation ^{3,4}. Additional risk factors include previous vascular graft implantation or persistent ureteral infections and chronic ureteral stenting ². The most common clinical presentation is macroscopic hematuria, which can be potentially life threatening. AUF requires prompt diagnosis and management due to its high mortality rates, ranging between 10-20% ⁵.

The complexity of the disease, along with the fact that it mostly concerns significantly comorbid patients make establishment of a clear therapeutic plan difficult. Open repair, despite considered the gold standard, can be technically challenging in the presence of hostile abdomen, while it is also associated with renal complications ². An endovascular approach offers a minimal invasive alternative especially in the presence of acute, life-threatening bleeding. Aim of this study is to present our experience with open and endovascular techniques for this type of pathology, especially with respect to mid-term durability.

Materials and Methods

Patient population

A retrospective data analysis of patients treated for AUF from January 2013 until December 2019 through open surgery or endovascular means was carried out. Parameters analyzed included patients' demographics, operative data, perioperative outcome and durability of the repair during follow up (FU). This study has been approved by the institution's ethical committee.

Diagnosis – Management

Baseline evaluation included physical and laboratory examination along with medical history. All patients underwent an ureteroscopy prior to fistula identification. In cases in which the fistula could not be clearly visualized, an additional computer tomography angiography (CTA) or digital subtraction angiography (DSA) was performed. In selected cases of suspected infection, patients had an additional positron emission tomography (PET) scan. Treatment of AUF was carried out either by endovascular means or through open surgical repair, with the decision depending on patients' comorbidities and medical status. Blood and urine samples were obtained from all patients. In cases where open surgery was performed, additional in situ samples were obtained. Antibiotics were administered either empirically or according to microbiological results where applicable.

Follow-up – Data analysis

Duplex ultrasound (DUS) was used to evaluate target vessel patency after 6 and 12 months and then annually. In addition, a CTA scan was performed after 12 months and then every 2-3 years. In cases of persistent hemorrhage or signs of infection, the patient was readmitted to the hospital and a CTA / PET was carried out. Analysis of collected data was performed using SPSS for Windows (Version 20.0; SPSS INC, Chicago, IL, USA), with variables being presented as mean \pm standard deviation (SD) in the case of normal distribution and as median plus range when data had a skewed distribution.

Results

Patients

During the study period, a total of nine patients with ten fistulas (6 male, 3 female, mean age 69.1 ± 9.4 years) underwent endovascular or open surgical repair of an AUF. Two (22,2%) patients were classified as ASA II, six (66,7%) as ASA III and one (11,1%) patient as ASA IV. All patients had a previous history of laparotomy, with six of them having a medical history of malignancy. Additionally, four patients had previously received radiotherapy. In seven cases, patients presented with an ureteral catheter prior to fistula management. All patients were referred

to our center with symptoms suggestive of AUF, hence macroscopic hematuria or bladder tamponade, with two patients being admitted with hemorrhagic shock due to gross hematuria. Patients' demographics are summarized in **Table 1**.

Location of AUF

A total of ten fistulas were identified during the diagnostic work up. Ureteroscopy revealed the fistula in three cases. In six other cases diagnosis of AUF was established with an additional CTA, while in one case the fistula was depicted during DSA. In four cases, the connection point was identified between the ureter and the right CIA, while in two patients the fistula was located in the left CIA. Two other fistulas were depicted between the ureter and the left IIA. In one patient bilateral fistulas were detected, one in the left EIA and one in the right CIA.

Bacteria and antibiotic therapy

In a total of 13 blood samples no bacteria were detected, with only one patient having a positive urine sample during initial admission. A total of six in situ samples were taken, with bacteria being detected in five of them. Various combinations of antibiotics were administered to the patients during initial hospitalization or readmission. A summary of antibiotic therapy and detected bacteria is presented in **Table 2**.

Operative management – Technical success

Endovascular exclusion of the AUF was carried out in six patients. One patient presented with an AUF in the right CIA, following rectal excision and radiotherapy. Due to close approximation between the fistula and the IIA, exclusion was achieved with implantation of an iliac branch device (IBD) into the right iliac bifurcation (Cook, Bloomington, IN, USA). Another patient developed an AUF on the right CIA following endarterectomy of the aortic bifurcation with patch implantation. Management included single stentgraft deployment inside the CIA (**Figure 1**).

Single stentgraft deployment was carried out in two more patients, following development of an AUF on the left CIA in both cases (**Figure 2**). One patient had a history of colon and urothelial cancer, while the other had a medical history of bladder cancer. Both patients underwent a cystectomy with neobladder reconstruction prior to AUF development.

The last two patients treated endovascularly for AUF had a medical history of cervical cancer with excision and additional radiotherapy. Both patients had ureteral catheters, while they presented in our emergency department in hemorrhagic shock after catheter manipulation. One of the two patients had two AUFs, one in the left EIA and one in the right CIA. The second patient developed an AUF in the left IIA. In the first case, treatment involved stentgraft deployment in the entire length of the left iliac axis with overstenting and additional plugging of the left IIA and single stentgrafting of the right CIA. In the second patient coiling of the IIA sufficed for management of the fistula.

Open surgical repair was performed in three cases. One patient had a previous stentgraft implantation into the left IIA due to aneurysmal dilatation. The AUF was located between the aneurysmal IIA and the left ureter and was treated with laparotomy, removal of the previously implanted stentgraft from the IIA, ligation of CIA, EIA and IIA and implantation of an extra anatomical femoro-femoral right to left bypass. Another patient suffered a graft infection and AUF formation, following open surgical repair for AAA and was treated with resection of the infected part of the bifurcated graft, aorto-iliac graft interposition (Silver coated Dacron 10mm) and additional ureterostomy creation. The third patient developed an AUF in the right ureter following open surgical repair for Leriche's syndrome. He was managed with resection of the infected part of the aortic graft, implantation of an aorto-iliac deep vein interposition and resection of the right kidney (**Figure 3**).

Endovascular and open surgical procedures were technically successful in all cases. Median intensive care unit (ICU) and hospital length of stay were five days (range 0-9 days) and 19,5 days (range 11-55 days), respectively. During the postoperative period, the first of the three surgical managed patients received multiple operative revisions of his left inguinal region due to superficial wound infection. In-hospital mortality was zero.

Follow-up

Mean follow up was 25.2 ± 10.3 months. No patient deaths were noted during follow up. AUF-related late re-intervention (>30 days) was required in four patients, three of them following endovascular and one following open repair. One patient developed an infection of the initially implanted stentgraft during the 14th FU month. Implantation of a left axillofemoral bypass was carried out after removal of the stentgraft and ligation of the left CIA (**Figure 4**). The other patients

requiring reintervention presented with recurrent hematuria during the 6th and 13th postoperative month. In the first case management included implantation of an aortofemoral homograft after removal of the previously deployed stentgraft. The second patient was treated with a right aortomonoiliac stentgraft, plugging of the previously stentgrafted left CIA and implantation of a crossover bypass. Symptoms ceased in all three patients and no further re-interventions were required.

One patient initially managed through open surgery with ligation of his left iliac axis and implantation of a femoro-femoral bypass, developed an enterocutaneous fistula during the 8th postoperative month. This led to infection of the previous bypass, which was treated with removal of the old prosthesis and implantation of a new crossover deep vein bypass. No further complications were noted. Patients' perioperative data are summarized in **Table 3**.

Discussion

Arterio-ureteral fistula is a rare condition in vascular surgery. Macroscopic hematuria, which can be potentially life-threatening, is the most common clinical presentation, while flanking pain due to ureteral clot obstruction, or bladder tamponade may also be present ⁶. Hematuria can in some cases be intermittent, making the diagnosis harder. Medical history plays an important role during diagnosis, since development of an arterio-ureteral fistula is almost always associated with prior abdominal malignancy, pelvic radiation / surgery or ureteral catheter manipulation due to renal-associated diseases ². In this series, all patients had abdominal surgery prior to presentation with most of them having a previous implantation of an ureteral catheter. Vascular surgery in the pelvic area further raises suspicion, observed in approximately 18% of patients with AUF ².

Imaging evaluation of AUF poses a challenge, since most diagnostic modalities have a sensibility rate of less than 50% ⁷. In a review of 139 patients, van den Bergh et al reported that identification of AUF with the help of CT was achieved in 42% cases, with ureterography having a slight better detection rate of approximately 50%. In the same review, angiography had a sensitivity of almost 70%, while in another review from Vandersteen et al, angiography showed an identification rate between 23-41% ^{5,8}. Depiction of the fistulous communication is often hindered due to the presence of thrombus inside the fistulous tract. Provocative maneuvers can be considered in order to reveal the fistula in such cases, although this may lead to worsening of the bleeding ⁹.

¹⁰. It is worth mentioning that in both of our patients who were admitted with hemorrhagic shock, diagnosis of the fistula was made during ureteroscopy and ureteral catheter manipulation. This possibly caused clot dislodging and gross hematuria.

Open surgical repair includes exclusion of the fistulous connection with vein or graft interposition in order to maintain perfusion of the lower extremity. Alternatively, ligation of the artery can be performed with additional extra-anatomic bypass revascularization ¹¹. A multidisciplinary approach is recommended in such cases, since it commonly facilitates the execution of an additional nephrostomy, ureterostomy, ureteral reimplantation or even nephrectomy ^{2, 12, 13}. Although open surgical repair is considered advantageous regarding long-term durability, it can be challenging, while it is also associated with complications such as the development of enterocutaneous fistulas, poor wound healing or lower extremity ischemia ^{11, 14}. In our series, one patient developed an enterocutaneous fistula and infection following open repair, which ultimately necessitated the implantation of a new crossover deep vein bypass.

Endovascular management of AUF offers a viable alternative, showing a steady increase in its usage since the 1990s. It mostly involves deployment of a stentgraft in the target vessel in order to occlude the fistulous connection. Additional endovascular options include the usage of iliac branch devices and plug embolization of the IIA with or without stenting of the CIA and the EIA ². In a small case series, Bilbao et al have proposed stenting of the connection vessel with additional coiling of the ureter in order promote occlusion on both the arterial and the ureteral side of the fistula. Although their technical success was 100% with no complications, 3 out of 4 patients required implantation of a permanent nephrostomy catheter ¹⁵. In another report, Horikawa et al proposed stenting of the ureter for exclusion of the AUF with good postoperative results ¹⁶. Endovascular management of AUF is mostly indicated in patients unfit for open surgery, increased age and hostile abdomen due to previous surgery or radiation. Another advantage of stentgrafting is the prompt patient stabilization in emergency cases of gross hematuria and hemorrhagic shock.

Although endovascular management of AUF demonstrates excellent technical results with low periprocedural complications and reduced hospital stay when compared to open surgery, its Achilles heel is the long-term durability and the potential need for reintervention. In a recent review, Subiela et al reported 100% technical success, with periprocedural complications being observed in only four cases. Still, during a median follow up period of 8 months, 16 patients

developed late complications (17% of cases), with 10 of them being related to the stentgraft and four of them requiring re-intervention (endovascular or open surgery) ⁷.

Recurrent hematuria after stentgraft implantation is the most commonly reported complication, presumably due to stentgraft dislocation or wrong placement, while endograft infection, although less observed, is associated with increased mortality rates of up to 50% ^{4,7}. In our report, two patients presented with recurrent hematuria on the 6th and 13th postoperative month. Reason for the bleeding was unclear; however, both patients had undergone ureteral catheter manipulation prior to recurrent bleeding.

Another late complication following endovascular exclusion of AUF is infection of the implanted stentgraft. Although some authors suggest administration of broad-spectrum antibiotics and long-term antibiotic therapy, their role and effectiveness remain uncertain ¹⁷. Out of six endovascularly-managed patients, none had bacteria detected in blood samples before intervention and only one in the urine sample. This patient was treated endovascularly due to life-threatening bleeding, received long-term antibiotics after discharge and did not develop stent-graft infection during FU (7 months). Only one patient presented with a stentgraft infection 14 months after endovascular repair, despite the fact that blood and urine samples had been negative during the initial AUF procedure (case 4). In this series, primary endovascular repair of AUF seems to be safe in terms of stentgraft infection during FU in cases without preexisting reconstruction of the iliac vessels. Patients with previous reconstruction of the iliac vessels were treated with open surgery. In situ samples confirmed infection of the prosthetic material in both cases.

Main limitations of our study are its retrospective design, the small number of patients and the limited FU length. Further studies with longer follow-up periods are needed in order to produce safer conclusions.

Conclusion

In conclusion, AUF is a challenging clinical scenario demanding prompt diagnosis and management due to its high mortality rates. Diagnosis may require multiple modalities due to poor visualization of the fistula. Although open surgical repair was considered the gold standard in treatment, patients' comorbidities and the usual presence of hostile abdomen render it a challenging choice. Open surgery remains the treatment of choice in cases of pre-existing vascular

reconstruction or manifest infection. Endovascular surgery offers a viable alternative in patients presenting with acute, life-threatening bleeding or significant comorbidities. The rate of stent-graft infection after endovascular repair seems to be low. There is a need for rigorous follow-up following endovascular and open procedures due to the considerable rate of reintervention.

Funding

Nothing to declare.

Conflict of Interest

Kyriakos Oikonomou has received educational grants from W.L. Gore & Associates, Bentley and is a consultant for Medtronic. Piotr Kasprzak received educational grants and is a consultant for Cook Inc., W.L. Gore & Associates, Bard, Atrium-Maquet, Medtronic, Vascutek and Bentley. Wilma Schierling received travel costs by W.L. Gore & Associates, Vascutek and Bentley.

References

- [1] Moschowitz AV. IX. Simultaneous ligation of both external iliac arteries for secondary hemorrhage. *Ann Surg* 1908;48:872-5
- [2] Pillai AK, Anderson ME, Reddick MA, Sutphin PD, Kalva SP. Ureteroarterial Fistula: Diagnosis and Management. *AJR Am J Roentgenol* 2015;204(5):W592-8
- [3] Bietz G, House A, Erickson D, Endean ED. Diagnosis and treatment of arterial-ureteric fistula. *J Vasc Surg* 2014;59:1701-4
- [4] Fox JA, Krambeck A, McPhail EF, Lightner D. Ureteroarterial fistula treatment with open surgery versus endovascular management: long-term outcomes. *J Urol* 2011;185:945-50
- [5] van den Bergh RC, Moll FL, de Vries JP, Yeung KK, Lock T. Arterio-ureteral fistula: 11 new cases of a wolf in sheep's clothing. *J Urol* 2008;179:578-581

[6] Kim DH, Mahdy A, Mundra V, Berman M, Ghoniem GM. Ureteroarterial fistula. *Case Rep Med* 2009;2009:326969

[7] Subiela JD, Balla A, Bollo J, Dilme JF, Carricas BS, Targarona EM, et al. Endovascular Management of Ureteroarterial Fistula: Single Institution Experience and Systematic Literature Review. *Vasc Endovasc Surg* 2018;52(4):275-86

[8] Vandersteen DR, Saxon RR, Fuchs E, Keller FS, Taylor Jr LM, Barry JM. Diagnosis and management of ureteroiliac artery fistula: value of provocative arteriography followed by common iliac artery embolization and extraanatomic arterial bypass grafting. *J Urol* 1997;158:748

[9] Quillin SP, Darcy MD, Picus D. Angiographic evaluation and therapy of ureteroarterial fistulas. *AJR AM J Roentgenol* 1994;162:873-8

[10] Jafri SZ, Farah J, Hollander JB, Diokno AC. Urographic and computed tomographic demonstration of ureteroarterial fistula. *Urol Radiol* 1987;9(1):47-9

[11] Krambeck AE, DiMarco DS, Gettman MT, Segura JW. Ureteroiliac artery fistula: diagnosis and treatment algorithm. *Urology* 2005 Nov;66(5):990-4

[12] Turo R, Hadome E, Somov P, Hamid B, Gulur DM, Pettersson BA, et al. Uretero-Arterial Fistula – Not so Rare? *Curr Urol* 2018 Oct; 12(1):54-6

[13] Nomoto T, Tanaka Y, Yamamoto K. Uretero-Aortic fistula: a case report. *Tokai J Exp Clin Med* 2009 Apr 20;34(1):12-4

[14] Coelho H, Freire MJ, Azinhais P, Temido P. Arterioureteral fistula: an unusual clinical case. *BMJ Case Rep* 2016 Mar 11;2016.pii:bcr2016214400

[15] Bilbao JI, Cosin O, Bastarrika G, Rosell D, Zudaire J, Cuesta AM. Treatment of ureteroarterial fistulae with covered vascular endoprotheses and ureteral occlusion. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2005 Mar-Apr;28(2):159-63

[16] Horikawa M, Saito H, Hokotate H, Mori T. Treatment of ureteroarterial fistula with an endoureteral stent graft. *J Vasc Interv Radiol* 2012 Sep;23(9):1241-3

[17] Hodgkiss-Harlow KD, Bandyk DF. Antibiotic therapy of aortic graft infection: treatment and prevention recommendations. *Semin Vasc Surg* 2011;24:191-8

Figure legends

Figure 1. Ureteroarterial fistula (UAF) between the common iliac artery (CIA) and the right ureter (A). Postoperative computer tomography angiography (CTA) showing stentgraft placement inside the right CIA and exclusion of the UAF (B). Postoperative CTA after removal of the stentgraft due to persistent hematuria and implantation of an aorto-femoral interposition with homograft (C) (Case no 2).

Figure 2. Intraoperative depiction of an ureteroarterial fistula prior (A) and after (B) stentgraft deployment in the left common iliac artery (Case No 6).

Figure 3. Intraoperative picture showing the ureteral defect following development of an AUF. The ureteral catheter can be seen inside the ureter.

Figure 4. Preoperative PET scan showing infection of the previously implanted stentgraft inside the left iliac artery. (Case No 4)

Table legends

Table I. Patients demographics

Table II. Bacteria and antibiotic therapy

Table III. Perioperative Data and Outcome during Follow-up

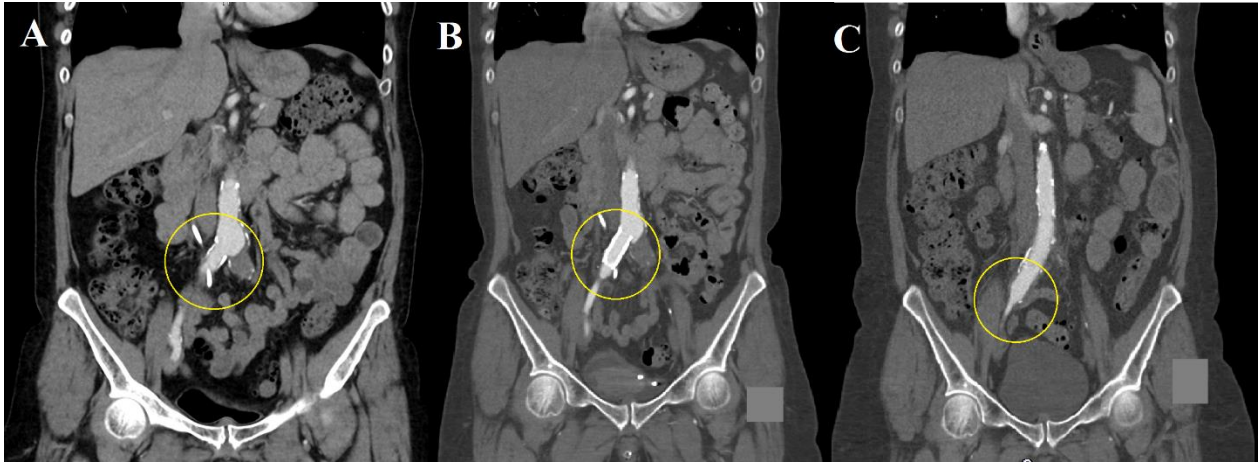


Figure 1.

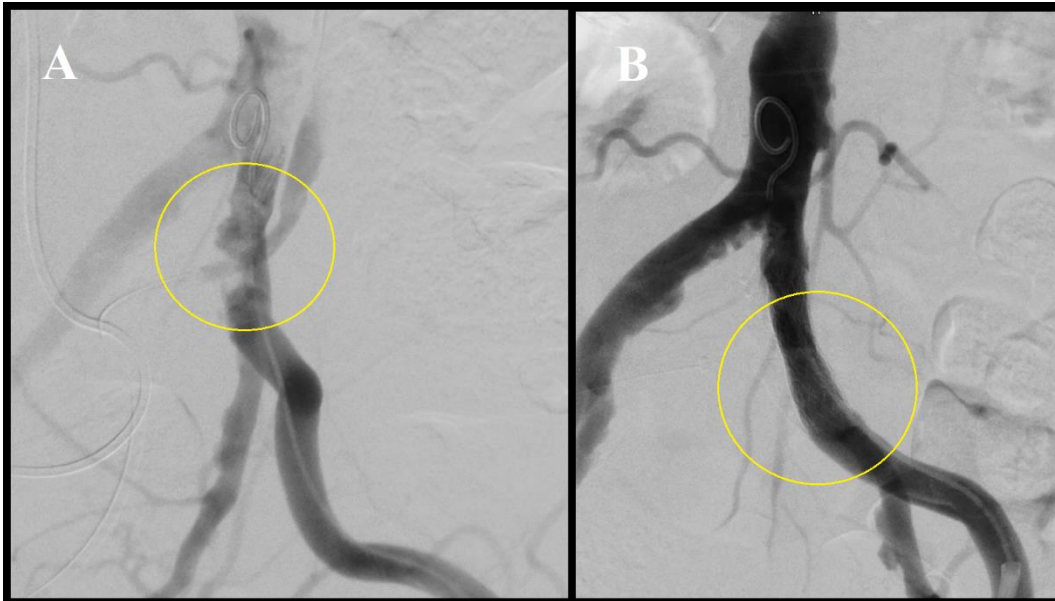


Figure 2.

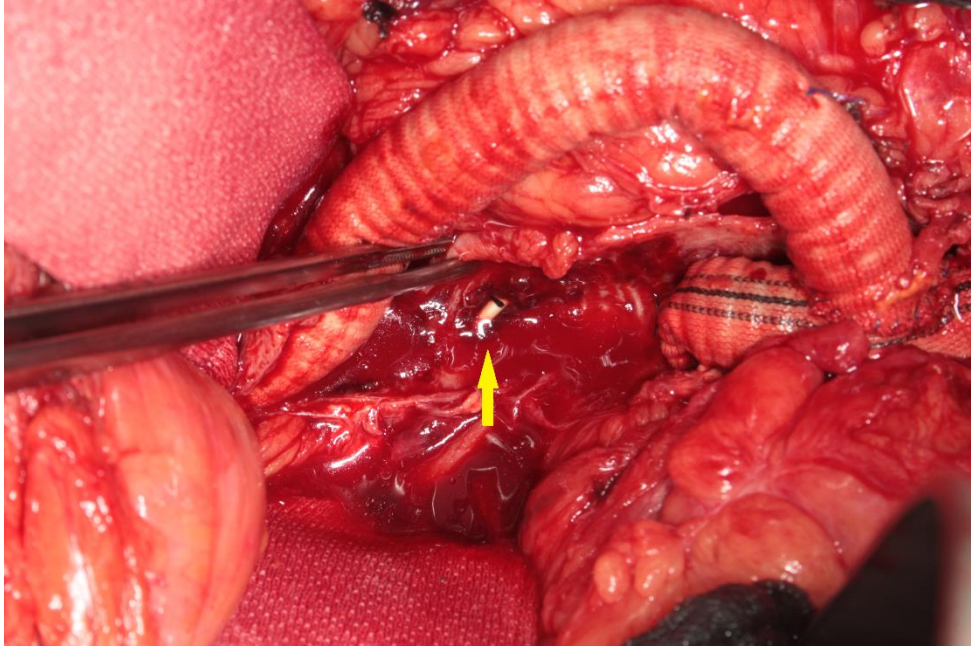


Figure 3.

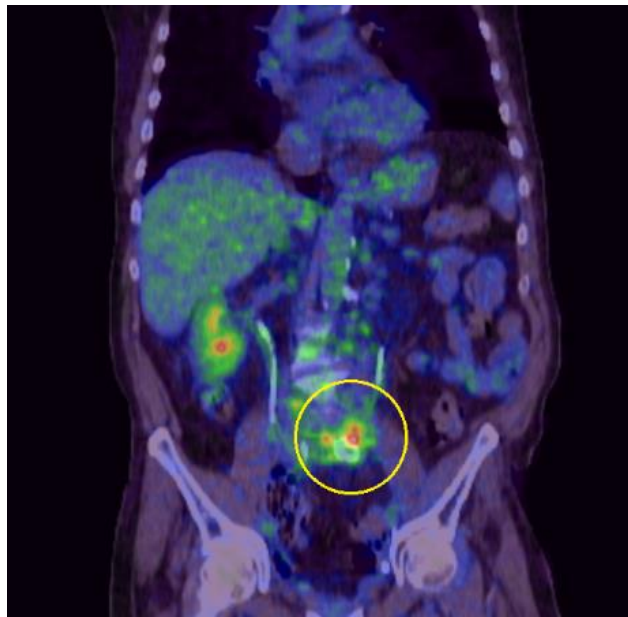


Figure 4.

	Sex	Age	Malignancy	Previous Abdominal Operation	Previous Radiotherapy	Leading Symptom	Ureteral Catheter	Fistula Localization
Case 1	Male	79	Rectal	Rectal excision	Yes	Makrohaturia, bladder tamponade	Yes	Right CIA
Case 2	Female	62	No	Endarterectomy of the aortic bifurcation with patch	No	Makrohaturia	Yes	Right CIA
Case 3	Male	54	Urothelial	Cystectomy, neobladder reconstruction, stenting of left CIA due to aneurysm	No	Makrohaturia	No	Left IIA
Case 4	Male	63	Urothelial, Colon	Cystectomy, neobladder reconstruction, left semi-colectomy	Yes	Makrohaturia, bladder tamponade	No	Left CIA
Case 5	Male	77	No	Aortobiiliac graft for AAA	No	Makrohaturia, infection of the right ureter	Yes	Right CIA
Case 6	Male	71	Bladder	Cystectomie, neobladder reconstruction	No	Makrohaturia	Yes	Left CIA
Case 7	Female	61	Cervical, Breast	Cervical excision	Yes	Hermorrhagic shock	Yes	Left EIA, right CIA
Case 8	Female	81	Cervical	Cervical excision	Yes	Hermorrhagic shock	Yes	Left IIA
Case 9	Male	74	No	Aortobiiliac graft for Leriche's syndrom	No	Makrohaturia, infection of the right ureter	Yes	Right CIA

CIA = common iliac artery; IIA = internal iliac artery; AAA = abdominal aortic aneurysm; EIA = external iliac artery

Table I. Patients demographichs

	Blood sample	Urine sample	In situ / Material	Bacteria	Antibiotic therapy
Case 1	Negative	Negative	N/A	No bacteria were detected	Ciprofloxacin during hospitalization. Sulfamethoxazole / Trimethoprim for 3 months after discharge
Case 2	Negative	Negative	N/A	No bacteria were detected initially	Piperacillin / Tazobactam initially. No long term antibiotics
	Negative	Negative	Negative (iliac stent)	No bacteria were detected during revision	No antibiotics were administered during revision. No long term antibiotics
Case 3	Negative	Negative	Positive (iliac stent)	P. aeruginosa initially (iliac stent)	Ciprofloxacin initially. No long term antibiotics
	Negative	Negative	Positive (bypass)	MSSA Infection of the femoro-femoral bypass during revision	Flucloxacillin and Rifampicin during revision. No long term antibiotics
Case 4	Negative	Negative	N/A	No bacteria were detected initially	Amoxicillin / Clavulanic acid initially. No long term antibiotics
	Negative	Negative	Positive (iliac stent)	E. faecalis. and E. coli. during revision (iliac stent)	Cefazolin during revision. No long term antibiotics
Case 5	Negative	Negative	Positive (graft)	Staph. Aureus (graft)	Piperacillin / Sulbactam and Cefazoline during hospitalization. Rifampicin and Cotrimoxazole as long-term antibiotic therapy
Case 6	Negative	Negative	N/A	No bacteria were detected initially	No antibiotics initially. No long term antibiotics
	Negative	Negative	N/A	No bacteria were detected during revision	Ciprofloxacin during revision. No long term antibiotics
Case 7	Negative	Positive	N/A	E.coli and C. albicans (urine sample)	Meropenem and Fluconazole during hospitalization. Fluconazole as long-term antibiotic therapy
Case 8	Negative	Negative	N/A	No bacteria were detected	No antibiotics were administered during hospitalization
Case 9	Negative	Negative	Positive (graft)	E.coli and P. aeruginosa (graft)	Vancomycin and Ciprofloxacin during hospitalization. No long term antibiotics

Pseudomonas a. = Pseudomonas aeruginosa; MSSA = Methicillin-sensitive Staphylococcus aureus; E. faecalis = Enterococcus faecalis; E. coli = Escherichia coli; C. albicans = Candida albicans

Table II. Bacteria and antibiotic therapy

	Operation Type	Operation	Stent	Persistent Hematuria	Persistent Infection	Reintervention	Time to re-int.
Case 1	Endovascular	Iliac Branch Device	Cook	No	No		
Case 2	Endovascular	CIA stentgrafting	BeGraft	Yes	No	Stentgraft removal, implantation of aortofemoral homograft	6 months
Case 3	Open surgery	Removal of previous stentgraft, ligation of CIA, EIA, IIA, femoro-femoral bypass (prosthetic material)		No	Yes	Removal of femoro-femoral bypass, implantation of new femoro-femoral bypass (autologous material)	8 months
Case 4	Endovascular	CIA stentgrafting	Advanta V12	No	Yes	Stent removal, implantation of left axilo-femoral bypass	14 months
Case 5	Open surgery	Excision of the right graft limb		No	No		
Case 6	Endovascular	CIA stentgrafting	Advanta V12	Yes	No	Right Aortomonoiliac endograft, amplatzer in left CIA, femoro-femoral bypass	13 months
Case 7	Endovascular	Left CIA and EIA endografting with plug in left IIA, right CIA stentgrafting	BeGraft (both sides)	No	No		
Case 8	Endovascular	Coiling of the IIA	Amplatzer plug	No	No		
Case 9	Open surgery	Excision of the right graft limb, aorto-iliac bypass (dep vein)		No	No		

Re-int. = re-intervention; CIA = common iliac artery; EIA = external iliac artery; IIA; internal iliac artery

Table III. Perioperative Data and Outcome during Follow-up

Annals of Vascular Surgery <em@editorialmanager.com>

Πέμ 19/11/2020 9:13 μ.μ.

Ms. Ref. No.: AVS-D-20-01451

Title: Mid-term results after open surgical and endovascular management of arterio-ureteral fistula

Annals of Vascular Surgery

Dear Dr. Sachsamanis,

I am pleased to inform you that your paper "Mid-term results after open surgical and endovascular management of arterio-ureteral fistula" has been accepted for publication in Annals of Vascular Surgery.

It is accepted with the understanding that the contents have not been published elsewhere, and is subject to minor editorial changes. When editing is complete galley proofs will be available for your attention online, an email notification will be sent to you with instructions on how to access them.

Thank you for submitting your work to Annals of Vascular Surgery. If you have any further questions please do not hesitate to contact Camilla Davies at our editorial office, cdavies.av@gmail.com.

Yours sincerely,

Prof. O. Goeau-Brissonniere

Editor

Annals of Vascular Surgery

For further assistance, please visit our customer support site at <http://help.elsevier.com/app/answers/list/p/7923>. Here you can search for solutions on a range of topics, find answers to frequently asked questions and learn more about EM via interactive tutorials. You will also find our 24/7 support contact details should you need any further assistance from one of our customer support representatives.

In compliance with data protection regulations, you may request that we remove your personal registration details at any time. (Use the following URL: <https://www.editorialmanager.com/avs/login.asp?a=r>). Please contact the publication office if you have any questions.

**EINLEITUNG, ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN DER
PUBLIKATION „ MID-TERM RESULTS AFTER OPEN SURGICAL AND
ENDOVASCULAR MANAGEMENT OF ARTERIO-URETERAL FISTULA “**

1. Einleitung

1.1 Einführung

Die arterio-ureterale Fistel (AUF) ist eine anomale Verbindung zwischen einer Iliakalarterie und dem Ureter ¹. Die Verbindung besteht in der Regel zwischen A. Iliaca communis und Ureter, der Verbindungspunkt kann jedoch auch die Arteria iliaca externa oder die Arteria iliaca interna sein (ca. 65%, 24%, bzw. 11%) ^{2,3}. Es gibt eine weibliche und linksseitige Prädisposition. Die Häufigkeit der aortoureteralen Fistel hat zugenommen. Nach ihrer Erstbeschreibung 1908 wurden bis einschließlich 1980 14 Kasuistiken publiziert ^{4,5}. Aufgrund der Seltenheit gab es keine Mehrfachbeobachtungen. Von 1981 bis 1990 waren es 18 Fälle, die überwiegend in urologischen Zeitschriften zu finden waren ^{4,6,7}. In den Jahren bis 2000 kamen 30 weitere Patienten hinzu. Darunter gibt es publizierte Beobachtungen mit bis zu vier Patienten ⁸, und beschriebene Fälle mit beidseitiger aortoureteraler Fistel ⁹. Eine arterio-ureterale Fistel erfordert aufgrund ihrer hohen Mortalität (zwischen 10 und 20%) eine sofortige Diagnose und Behandlung ^{10,11}.

1.2 Pathophysiologie

Es können ursächlich zwei Fisteltypen unterschieden werden. Primäre Fisteln kommen in <15 % der Fälle vor und sind meist mit aortoiliakalen Aneurysmata assoziiert ¹². Andere Ursachen sind Tumoren (Uterus, Harnblase, Dickdarm, Prostata, Sarkome, Lymphome), arteriovenöse Malformationen und Schwangerschaft ¹³. Sekundäre Fisteln machen mit ca. 85 % den Hauptteil der arterio-ureteralen Fisteln aus. Diese treten meist nach Operationen im kleinen Becken, oft verbunden mit Bestrahlungen, Retroperitonealfibrose, Harnleiterschienung oder nach gefäßchirurgischen Eingriffen auf ¹². Hauptursachen sind natürliche Krankheitsprozesse des arteriellen Systems wie Aneurysmen oder Gefäßfehlbildungen ¹⁴. Sekundäre Fisteln treten bei Patienten mit vorbestehenden Becken- oder Gefäßoperationen bzw. Strahlentherapie auf ¹⁵. Beckenoperationen kombiniert mit Bestrahlung und Platzierung einer Ureterschiene führen zu Entzündungen und Fibrosen der Ureterwand, welche wiederum zur Adhäsion zwischen dem Harnleiter und der Arterie führen ¹⁶. Strahlung schädigt die Vasa Vasorum der Iliakalarterie oder der Aorta und verursacht ischämische Verletzungen der Arterienwand. Der arterielle Druck wird

im Verlauf auf die nebeneinander liegenden arteriellen und ureteralen Wände übertragen und führt nachfolgend zur Drucknekrose und Fistelbildung ^{10, 16}.

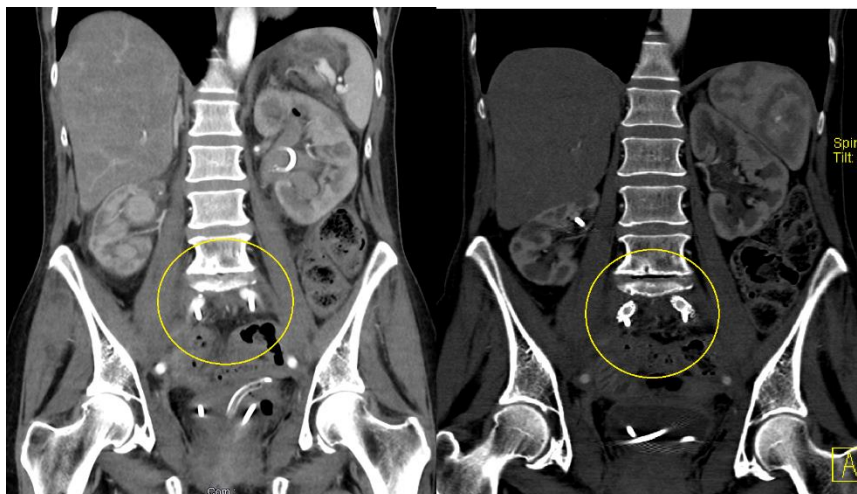
1.3 Symptome und Diagnostik

Die häufigste klinische Erscheinung einer aortero-ureteralen Fistel ist die makroskopische Hämaturie. Charakteristisch für diese Hämaturie ist ihr intermittierendes Auftreten. Zwischenzeitlich, kann es zu einer Sistierung der Symptome kommen, bedingt durch einen Verschluss der Fistel durch Thromben ¹⁷. Die Diagnostik kann dadurch erheblich erschwert werden. Tritt hingegen die Blutung direkt nach Entfernung einer ureteralen Schiene auf, ist dies oft der Beginn eines dramatischen und lebensbedrohenden Verlaufes ^{3, 18}.

Diagnostisch empfiehlt sich eine urologische Basisdiagnostik, um Entzündungen, Tumorleiden oder Steinbildungen auszuschließen. Als erster Schritt ist das Durchführen einer Ureterozystoskopie, einer Sonographie sowie einer retrograden oder antegraden Ureterographie zu empfehlen. Die Ureteroskopie kann eine Blutung aus dem Harnleiter darstellen. Aufgrund des intermittierenden Charakters der Blutung kann jedoch eine Diagnose erschwert werden. Andererseits sind während einer akuten Blutung oder bei Blasentamponade die Sichtverhältnisse schlecht und eine Blutungsquelle nicht immer sicher nachweisbar. In Einzelfällen kann es sein, dass die Blutung transvesikulär mittels Blockkatheter im Ureter temporär gestoppt wird ^{19 - 21}. Eine Sonographie kann indirekt, durch Nachweis von Blutkoageln im Nierenbeckenkelchsystem bei liegender ureteralen Schiene und entsprechender Anamnese an eine Fistel hinweisen ²¹. Die ante- und retrograde Pyelographie weist eine Sensitivität von ca. 50% auf. Die aortoureterale Fistel kann direkt oder indirekt durch Kontrastmittelaustritt nachgewiesen werden ^{20, 21}. Nach retrograder Ureteropyelografie und Zystoskopie sollte ein Kontrastmittel-Ct oder MRT durchgeführt werden, um neben Raumforderungen (Aneurysma, Abszess) ggf. Kontrastmittelübertritte darzustellen ^{18, 19}.

Eine Kontrastmittel-Computertomographie kann eine arterioureterale Fistel nachweisen, bleibt jedoch hinsichtlich ihrer Sensitivität (ca. 36%) hinter der Angiographie zurück²⁰.

Geräte der neuen Generation, wie ein MT mit starken Gradientenfeldern, können den Fistelnachweis



Endovaskuläre Ausschaltung einer bilateralen aortoureteralen Fistel

und die Diagnosestellung erleichtern²⁰. Als letztes kommt das Durchführen einer Angiographie. Die konventionelle Angiographie weist eine Sensitivität von ca. 35% auf und ist somit nicht hinreichend zur Diagnosestellung geeignet²⁰. Trotzdem stellt sie zurzeit die diagnostische Methode der Wahl dar²⁰. Da der Fistelnachweis nur während der Blutungsphase möglich ist, ist von manchen Autoren die Provokation der Blutung unter Durchleuchtungsbedingungen empfohlen²¹. Über der liegenden ureteralen Schiene wird ein Führungsdraht eingeführt, so dass nach Entfernung der Schiene selbst bei stärkerer Blutung eine Replatzierung zur Kontrolle der Hämorrhagie möglich ist. Diese Methodik ist sowohl transvesikulär als auch perkutan über eine Nephrostomie anwendbar²¹. Des Weiteren kann in gleicher Sitzung der Fistelgang mittels gecovertem endovaskulären Stent verschlossen werden²⁰. Alle invasiven bildgebenden Verfahren wie z.B. die Provokationsangiografie sind mit dem Risiko assoziiert, durch die Manipulation eine signifikante Blutung auszulösen^{22,23}. Sie dürfen daher nur unter Interventions- beziehungsweise OP-Bereitschaft durchgeführt werden. Dies gilt auch für den Wechsel einer Ureterschiene²⁴.

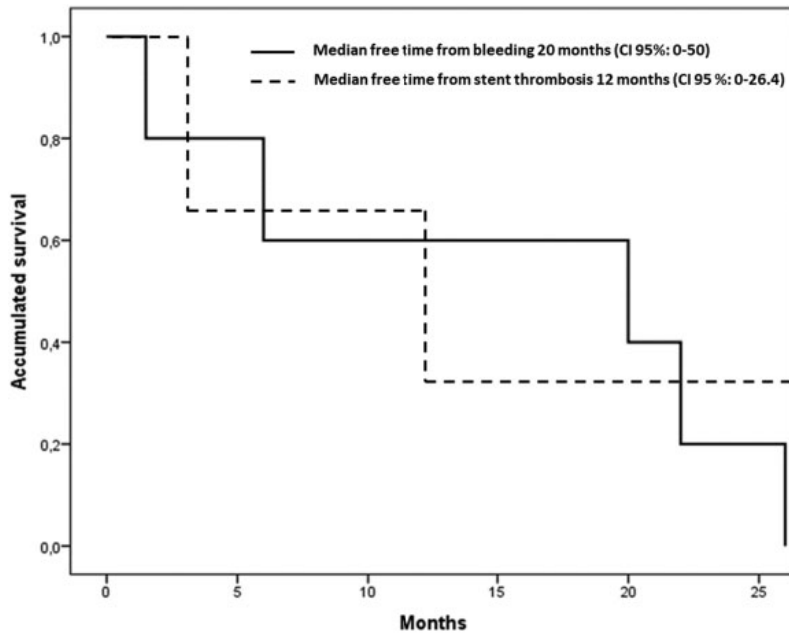
Da nur selten die pathognomonische pulsierende Blutung sichtbar ist, bleibt die Detektion einer UAF insgesamt schwierig. Dem Verdacht auf eine UAF muss solange konsequent nachgegangen werden, bis dieser sicher ausgeschlossen ist. Lässt sich die UAF nicht bildgebend belegen, obwohl sie hochwahrscheinlich ist, so sollte im Fall einer aktiven Blutung in den Ureter nach entsprechender Ausschlussdiagnostik doch präventiv eine Behandlungsindikation abgeleitet werden.

1.4 Therapie

Die ersten erfolgreich durchgeführten Therapien gehen auf den Bericht von Moschcowitz zur Therapie der Arrosionsblutungen aus der A.iliaca externa durch Ligaturen zurück ¹. Nachdem im Jahr 1939 die drei Patientinnen mit einer iliakoureteralen Fistel an den Komplikationen ohne spezifische Diagnostik und Therapie verstarben, wurden in den folgenden drei Berichten Ligaturen an den Beckenachsen zur Beherrschung der arteriellen Blutungen durchgeführt ⁴. Von diesen Patienten überlebten zwei, ohne dass eine Rekonstruktion für die periphere arterielle Strombahn erfolgte. Im Jahr 1965 berichteten erstmals Arap et al. über die Verwendung einer Dacronprothese zur Rekonstruktion des Beckengefäßes (und Nephrektomie) zur Beherrschung der Blutung. Die Patientin verstarb. Erfolgreich wurde eine solche orthotope Rekonstruktion erst durch Shultz et al. Neun Jahre später 1974 durchgeführt ^{25, 26}. Im Jahr 1996 erfolgte durch Kern et al. die erste endovaskuläre Versorgung einer iliakoureteralen Fistel durch einen gecoverten Stent ²⁷.

Die Komplexität der Krankheit sowie die Tatsache, dass es sich hauptsächlich um signifikant komorbide Patienten handelt, erschweren die Therapieplanung. Zu den konventionellen offenchirurgischen Eingriffen gehören der Ausschluss der fistelartigen Verbindung mit einer Venen- oder Transplantatinterposition, um die Perfusion der unteren Extremität aufrechtzuerhalten oder alternativ die Ligatur der Arterie mit einer zusätzlichen extraanatomischen Bypass-Revaskularisation ¹². Häufig ist es eine ausgiebige, Adhäsioolyse erforderlich. Der Ureter kann unter dem Schutz einer Schienung meist End-zu-End anastomosiert werden. Prophylaktisch sollte, wenn möglich, das Fistelgebiet durch eine Netzplastik abgedeckt werden ¹³. Diese Prozeduren sind in der Regel technisch kompliziert und mit dem Risiko für Gewebeschaden und sekundärer Komplikationen wie lokale Infektionen und Arrosionsblutungen assoziiert. Sie erfordern einen multidisziplinären Ansatz, da die Durchführung einer zusätzlichen Nephrostomie, Ureterostomie, Ureterreimplantation oder Nephrektomie oft notwendig ist ^{2, 28, 29}. Obwohl eine offene chirurgische Reparatur im Hinblick auf die Langzeitbeständigkeit als vorteilhaft angesehen wird, ist sie auch mit Komplikationen wie der Entwicklung enterokutaner Fisteln, einer schlechten Wundheilung oder einer Ischämie der unteren Extremitäten assoziiert ^{12, 30}.

Die endovaskuläre Behandlung von arterio-ureteralen Fisteln bietet eine praktikable Alternative und wird zunehmend in den letzten Jahren angewandt. Die Methodik ist minimal-invasiv, sehr zeitsparend und mit einer geringen Mortalität und Morbidität assoziiert. Sie eignet sich sowohl als Bridging- wie auch als definitive Therapie. Meistens wird ein Stentgraft in das Zielgefäß eingesetzt, um die fistelartige Verbindung zu verschließen. Zusätzliche endovaskuläre



Rezidivblutung und Stentthrombose nach endovaskulärer Ausschaltung einer aortoureteralen Fistel laut einer Übersichtsarbeit von Subiela et al. ¹⁸

Optionen umfassen die Verwendung von Stentprothesen mit iliakalem Seitenarm (IBD) oder die Plug-Embolisation der Arterie iliaca interna mit oder ohne Stenting der Arterie iliaca communis und der Arterie iliaca externa ². Das endovaskuläre Management von arterio-ureteralen Fisteln ist hauptsächlich bei Patienten indiziert, die aufgrund eines erhöhten Alters bzw. einer früheren Operation oder Bestrahlung nicht für eine offene Operation geeignet

sind. Ein weiterer Vorteil der Stentgraftimplantation ist die sofortige Stabilisierung der Patienten in Notfällen mit starker Hämaturie und hämorrhagischem Schock. Nachteilig ist die oft notwendige Überstentung und damit Ausschaltung der A.iliaca interna, was sich bei beidseitigen AUFs bzw. bei kontralateralem Verschluss der A.iliaca interna desaströs auswirken kann. Weitere Risiken entstehen aus dem permanenten Kontakt des Urinflusses mit der Stentummantelung, der zum Stentinfekt führen kann ^{11,13}. Präventiv ist deshalb eine temporäre Nephrostomie mit langfristiger Ureterschienung in Erwägung zu ziehen. Ist eine Stentinfektion aufgetreten, so müssen elektive gefäßchirurgische Eingriffe im Blutungsfreien Intervall geplant werden ³¹. Bei vorbestehenden Infektherden (Abszess, Protheseninfekt) ist eine Stentimplantation nur zur Überbrückung einer Notfallsituation (Blutung) indiziert. In einer kleinen Fallserie haben Bilbao et al. die Stentimplantation in das arrodiierte Gefäßes mit einem zusätzlichen Coiling des Ureters vorgeschlagen, um die Okklusion sowohl auf der arteriellen als auch auf der ureteralen Seite der

Fistel zu fördern ³². Obwohl der technische Erfolg 100% betrug, musste in 3 von 4 Patienten ein permanenter Nephrostomiekatheter implantiert werden ³². In einer anderen Arbeit berichteten Horikawa et al. von guten perioperativen Ergebnissen bei der Implantation einer Stentprothese in den Ureter vor zum Ausschluss der arterio-ureteralen Fistel ³³.

2. Zusammenfassung der Publikation (Abstrakt)

2.1 Ziele

Ziel dieser Studie ist die mittelfristigen Ergebnisse der Therapie von arterio-ureteralen Fisteln darzustellen und den potenziellen Stellenwert der endovaskulären Versorgung bei dieser Pathologie zu untersuchen.

2.2 Material und Methoden

In dieser retrospektiven Studie sind Patienten, die im Zeitraum von Januar 2013 bis März 2019 aufgrund einer arterio-ureteralen Fistel in einer einzelnen Gefäßeinrichtung behandelt wurden, eingeschlossen. Die präoperative Beurteilung umfasste körperliche Untersuchungen und Laboruntersuchungen sowie Anamnese, wobei die Diagnose durch Computertomographie-Angiographie, digitale Subtraktionsangiographie oder Ureteroskopie gestellt wurde. Zu den analysierten Parametern gehörten der primäre technische Erfolg, die perioperative Mortalität und Morbidität, sowie Outcome während des Follow-Up.

2.3 Ergebnisse

Neun Patienten mit zehn arterio-ureteralen Fisteln wurden in die Studie eingeschlossen. Makroskopische Hämaturie war das Hauptsymptom, wobei zwei Patienten aufgrund eines hämorrhagischen Schocks aufgenommen wurden. Eine endovaskuläre Behandlung wurde bei sechs Patienten durchgeführt. In vier Fällen wurde eine einzelne Stentgraftimplantation innerhalb der Arteria iliaca communis durchgeführt, in einem Fall in Kombination mit Coiling der Arteria iliaca interna. Bei einem Patienten wurde eine gebrachte iliakale Stentprothese implantiert. Bei einem anderen Patienten wurde die Fistel mittels Coiling der Arteria iliaca interna behandelt. In drei Fällen wurde eine offene chirurgische Reparatur durchgeführt. Es zeigte sich keine perioperative Mortalität. Der Krankenhausaufenthalt war bei einem Patienten aufgrund einer oberflächlichen Wundinfektion prolongiert. Rezidivierende Hämaturie und Stentgraftinfekt wurden bei drei Patienten nach endovaskulärer Reparatur während des FU beobachtet. Alle wurden

durch eine offene Operation ohne weitere Komplikationen behandelt. Ein Patient entwickelte nach offener Reparatur während des Follow-Up eine enterokutane Fistel und musste erneut operiert werden.

2.4 Fazit

Die arterio-ureterale Fistel stellt ein herausforderndes klinisches Szenario dar, das eine schnelle Diagnose und Behandlung erfordert. Bei vorbestehender Gefäßrekonstruktion oder offensichtlicher Infektion bleibt eine offene Operation die Behandlung der Wahl. Endovaskuläre Techniken bieten eine praktikable Lösung bei signifikant komorbiden Patienten oder bei Patienten mit akuten, lebensbedrohlichen Blutungen. Aufgrund der beträchtlichen Rate an erneuten Eingriffen ist unabhängig von der Behandlungsmethode ein rigoröses Follow-Up erforderlich.

3. Diskussion und Schlussfolgerung

Obwohl das endovaskuläre Management von arterio-ureteralen Fisteln im Vergleich zur offenen Operation hervorragende technische Ergebnisse mit geringen periprozeduralen Komplikationen und einem kürzeren Krankenhausaufenthalt zeigt, sind die Langzeitbeständigkeit und die potenzielle Notwendigkeit einer erneuten Intervention die Achillesferse des Verfahrens. In einer kürzlich durchgeführten Übersichtsarbeit berichteten Subiela et al. einen technischen Erfolg von 100% für endovaskuläres Verfahren bei AUF. Lediglich in vier Fällen wurden periprozedurale Komplikationen beobachtet. Bei einem medianen Follow-Up von 8 Monaten entwickelten 16 Patienten Spätkomplikationen (17% der Fälle), zehn von denen in Zusammenhang mit dem implantierten Stentgraft. Vier Patienten mussten erneut behandelt werden (endovaskuläre oder offene Reparatur) ¹⁸.

Eine rezidivierende Hämaturie nach Stentgraftimplantation ist die am häufigsten berichtete Komplikation, vermutlich aufgrund einer Stentgraft-Dislokation oder einer falschen Platzierung. Eine Stentgraftinfektion, obwohl weniger beobachtet, ist mit einer erhöhten Sterblichkeitsrate bis zu 50% verbunden ^{10, 18}. In unserem Bericht zeigte sich bei zwei Patienten im 6. und 13. postoperativen Monat eine rezidivierende Hämaturie. Der Grund für die Blutung war unklar, jedoch hatten sich beide Patienten vor der Rezidivblutung einer Manipulation der Ureterschiene unterzogen.

Eine weitere Spätkomplikation nach endovaskulärem Ausschluss von einer arterio-ureteralen Fistel ist die Infektion des implantierten Stentgrafts. Obwohl einige Autoren die Verabreichung von Breitbandantibiotika und eine Langzeit-Antibiotikatherapie vorschlagen, bleiben ihre Rolle und Wirksamkeit unklar ³⁴. In unserer Serie wurden bei keinem von den sechs endovaskulär behandelten Patienten preoperativ Bakterien in den Blutproben nachgewiesen. Nur in einem Fall wurden Bakterien in der Urinprobe nachgewiesen. Dieser Patient wurde aufgrund lebensbedrohlicher Blutungen endovaskulär behandelt, erhielt nach der Entlassung langzeitantibiotische Therapie und entwickelte keinen Stentgraftinfekt während des Follow-Up (7 Monate). Nur in einem Fall entwickelte ein Patient 14 Monate nach der endovaskulären Reparatur eine Stentgraftinfektion, obwohl die Blut- und Urinproben während des ersten arterio-ureteralen

Verfahrens negativ waren. In dieser Serie scheint die primäre endovaskuläre Reparatur von arterio-ureteralen Fisteln im Hinblick auf eine Stentgraftinfektion während des FU in Fällen ohne vorbestehender Rekonstruktion der Iliakalgefäße sicher zu sein. Patienten mit vorbestehender offener Rekonstruktion der Iliakalgefäße wurden offen operiert. In-situ-Proben bestätigten in beiden Fällen eine Infektion des Prothesenmaterials.

Hauptbeschränkungen unserer Studie sind das retrospektive Design, die geringe Anzahl von Patienten und die begrenzte Dauer des Follow-Up. Weitere Studien mit längerem Follow-Up sind erforderlich, um sicherere Schlussfolgerungen zu ziehen.

Eine arterio-ureterale Fistel ist ein herausforderndes klinisches Szenario, das aufgrund seiner hohen Mortalität eine schnelle Diagnose und Behandlung erfordert. Die Diagnose kann aufgrund der schlechten Darstellung der Fistel mehrere Modalitäten erfordern. Obwohl die offene chirurgische Reparatur als Goldstandard in der Behandlung angesehen wurde, ist die aufgrund der Komorbiditäten der Patienten und des häufigen Vorhandenseins eines hostile Abdomens eine herausfordernde Wahl. Eine offene Operation bleibt die Behandlung der Wahl bei vorbestehender Gefäßrekonstruktion oder eindeutiger Infektion. Die endovaskuläre Chirurgie bietet eine praktikable Alternative bei Patienten mit akuten, lebensbedrohlichen Blutungen oder signifikanten Komorbiditäten. Die Rate der Stentprotheseninfektionen nach endovaskulärer Reparatur scheint gering zu sein. Aufgrund der beträchtlichen Rate an Revisionseingriffen ist nach endovaskulären und offenen Verfahren ein rigoröses Follow-up erforderlich.

4. Literaturverzeichnis

1. Moschowitz AV. IX. Simultaneous ligation of both external iliac arteries for secondary hemorrhage. *Ann Surg* 1908;48:872-5
2. Pillai AK, Anderson ME, Reddick MA, et al. Ureteroarterial Fistula: Diagnosis and Management. *AJR Am J Roentgenol* 2015;204(5):W592-8
3. Bietz G, House A, Erickson D, et al. Diagnosis and treatment of arterial-ureteric fistula. *J Vasc Surg* 2014;59:1701-4
4. Keller FS, Barton RE, Roth WD, Gross GM. Gross hematuria in two patients with ureteral-ileal conduits and double J-stents. *J Vasc Intervent Radiology* 1990;1:69-79
5. Nicita G, Lunghi F, Diligenti LM, Ferrarese D, Fiorelli C, Turini D. Arteriovesical fistula after ureterolithotomy : a case report and review of the literature. *J Urol* 1978 ;120:370-371
6. Bodalk A, Levot E, Schut A, Vincent JP, Lagneau P. Un case de fistule arterioureterale. *J Urol* 1990;96 :55-59
7. List N, Collins J, McCormick M. Massive hemorrhage from an arterioureteral fistula associated with chronic renal transplant failure. *J Urol* 1990 ;144 :1229-1230
8. Qillin SP, Darcy MD, Picus D. Angiographic evaluation and therapy of ureteroarterial fistulas. *AJR* 1994;162;873-878
9. Sparwasser C, Kugler A, Gilbert P, Bähren W, Hartel W, Pust R. Bilaterale ureteroiliakale Fisteln in Zusammenhang mit Radiatio und ureteraler Splintung. *Urologe* 1994;33:85-87
10. Fox JA, Krambeck A, McPhail EF, et al. Ureteroarterial fistula treatment with open surgery versus endovascular management: long-term outcomes. *J Urol* 2011;185:945-50
11. van den Bergh RC, Moll FL, de Vries JP, et al. Arterio-ureteral fistula: 11 new cases of a wolf in sheep's clothing. *J Urol* 2008;179:578-581
12. Krambeck AE, DiMarco DS, Gettman MT, Segura JW. Ureteroiliac artery fistula: diagnosis and treatment algorithm. *Urology*. 2005 Nov;66(5):990-4

13. Luther B, von Lilien-Waldau V, Mamopoulos A, Katoh M, Friedrich S, Weinknecht S, et al. Die uretero-arterielle Fistel – Ursachen, Diagnostik und Therapieergebnisse. *Akt Urol* 2014;45:204-208
14. Takahashi Y, Hirai H, Sasaki Y, Shibata T, Bito Y, Suehiro S. Successful surgical treatment for rupture of an iliac artery aneurysm into a ureter. *Ann Vasc Dis.* 2009;2(1):58-61
15. Madoff DC, Toombs BD, Skolkin MD, Bodurka DC, Modesitt SC, Wood CG, Hicks ME. Endovascular management of ureteral-iliac artery fistulae with Wallgraft endoprotheses. *Gynecol Oncol.* 2002 Apr;85(1):212-7
16. Himmel PD, Hassett JM. Radiation-induced chronic arterial injury. *Semin Surg Oncol.* 1986;2(4):225-47
17. Kim DH, Mahdy A, Mundra V, et al. Ureteroarterial fistula. *Case Rep Med* 2009;2009:326969
18. Subiela JD, Balla A, Bollo J. Endovascular Management of Ureteroarterial Fistula: Single Institution Experience and Systematic Literature Review. *Vasc Endovasc Surg* 2018;52(4):275-86
19. Jafri SZ, Farah J, Hollander JB, et al. Urographic and computed tomographic demonstration of ureteroarterial fistula. *Urol Radiol* 1987;9(1):47-9
20. Schneider MH, Laternus JM, Cordes J. Arterio-ureterale Fisteln innerhalb der letzten 10 Jahre an der Universität zu Lübeck. *Urologe* 58, 666-672 (2019)
21. Krenzien J, Wagner R. Die iliakoureterale Fistel und ihre Therapie. *Zentralbl Chir* 2003;128(9):768-773
22. Vandersteen DR, Saxon RR, Fuchs E, et al. Diagnosis and management of ureteroiliac artery fistula: value of provocative arteriography followed by common iliac artery embolization and extraanatomic arterial bypass grafting. *J Urol* 1997;158:748
23. Quillin SP, Darcy MD, Picus D. Angiographic evaluation and therapy of ureteroarterial fistulas. *AJR AM J Roentgenol* 1994;162:873-8
24. Dyer RB, Chen MY, Zagoria RJ, Regan JD, Hood CG, Kavanagh PV. Complications of ureteral stent placement. *Radiographics.* 2002 Sep-Oct;22(5):1005-22.
25. Arap S, Nardy OW, Goes GM, Azevedo JR, de Campus FJG. Fistula ureteroarterial. *Rev Paul Med* 1965;67:352-356

26. Schultz ML, Ewing DD, Lovett VF. Fistula between iliac aneurysm and distal stump of ureter with hematuria: a case report. *J Urol* 1975;116:111-113
27. Kern DB, Darcy MD, Baumann DS, Allen BT. Autologous vein-covered stent for the endovascular management of an iliac artery-ureteral fistula: case report and review of the literature. *J Vasc Surg* 1996;24:680-688
28. Turo R, Hadome E, Somov P, et al. Uretero-Arterial Fistula – Not so Rare? *Curr Urol* 2018 Oct; 12(1):54-6
29. Nomoto T, Tanaka Y, Yamamoto K. Uretero-Aortic fistula: a case report. *Tokai J Exp Clin Med* 2009 Apr 20;34(1):12-4
30. Coelho H, Freire MJ, Azinhais P, et al. Arterioureteral fistula: an unusual clinical case. *BMJ Case Rep* 2016 Mar 11;2016.pii:bcr2016214400
31. Rodriguez HE, Eggener SE, Podbielski FJ et al. Occlusion of an intraluminal endovascular stent graft after treatment of a ureteral-iliac artery fistula. *Urology* 2002;60:945-950
32. Bilbao JI, Cosin O, Bastarrika G, et al. Treatment of ureteroarterial fistulae with covered vascular endoprotheses and ureteral occlusion. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2005 Mar-Apr;28(2):159-63
33. Horikawa M, Saito H, Hokotate H, et al. Treatment of ureteroarterial fistula with an endoureteral stent graft. *J Vasc Interv Radiol* 2012 Sep;23(9):1241-3
34. Hodgkiss-Harlow KD, Bandyk DF. Antibiotic therapy of aortic graft infection: treatment and prevention recommendations. *Semin Vasc Surg* 2011;24:191-8

Danksagung

Ich möchte allen meinen großen Dank aussprechen, die mich bei der Anfertigung meiner Doktorarbeit unterstützt haben. Besonders möchte ich mich bei meiner Chefin Frau Prof. Dr. Pfister bedanken, die mir meine klinische Ausbildung in den letzten 2 Jahren ermöglicht hat und mich bei meiner Arbeit unterstützt hat. Ihre tägliche Anregung war entscheidend für meine berufliche Entwicklung.

Besonders möchte ich Herrn Privatdozent. Dr. Oikonomou danken, für die Betreuung bei der Durchführung der gesamten Arbeit. Seit meinem Ankommen in Deutschland bis zur Publikation meiner Doktorarbeit hat seine Unterstützung eine Hauptrolle in meiner Entwicklung als Arzt und Wissenschaftler gespielt.

Meiner Familie und Mutter danke ich für ihre Geduld und selbstlose Unterstützung über die Jahre hinaus. Ohne sie wäre die Durchführung dieser Arbeit nicht möglich gewesen.

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Georgios Sachsamanis
Geburt: 14.06.1986 in Thessaloniki
Staatsangehörigkeit.: Griechisch

Schulbildung

06/1998 – 09/2001 1. Pylaia Hochschule Thessaloniki
09/2001 – 06/2004 Vasileiadis Hochschule Thessaloniki

Studium

09/2004 – 09/2010 Humanmedizin an der Medizinischen Fakultät der Aristoteles
Universität Thessaloniki
09/2010 Diplom der Humanmedizin
09/2004 – 01/2011 Griechische Militärschule für Ärzte, Thessaloniki

Beruflicher Werdegang

02/2011 – 11/2011 Militärische Gesundheitsschule, Athen, Griechenland
11/2011 – 03/2015 Militärischer Arzt in 'Kommando Spezialkräfte', Drama, Griechenland
06/2013 – 07/2013 'Kommando Spezialkräfte' Schule, Rentina, Griechenland
10/2013 – 12/2013 Militärische Fallschirmjägerschule, Athen, Griechenland
04/2015 – 04/2017 Assistenzarzt Klinik für Allgemein Chirurgie, 401 militärisches
Krankenhaus, Athen, Griechenland
Chefarzt: Oberst G. Dimitrakopoulos
06/2017 – 09/2018 Assistenzarzt Klinik für Gefäßchirurgie, Krankenhaus 'KAT', Athen,
Griechenland
Chefarzt: C. Maltezos
Seit 10/2018 Assistenzarzt Klinik für Gefäßchirurgie, Universitätsklinikum Regensburg
Chefärztin: Prof. Dr. K Pfister

Publikationen

1. Anastasiadou C, Maltezos C, Galyfos G, Giannakakis S, Zannes N, **Sachsamanis G**, Papacharalampous G. A carotid bifurcation pseudoaneurysm treated endovascularly in a patient with irradiated neck. *Vasa* 2019 Mar; 48(2): 193-195
2. Giannakakis S, Sachmpazidis I, Papapetrou A, Galyfos G, **Sachsamanis G**, Papacharalampous G, Maltezos C. A rare case of axillary artery pseudoaneurysm due to shoulder dislocation treated with percutaneous thrombin injection. *Vascular and Endovascular Surgery* 2018 Jul; 52(5): 371-374
3. **Sahsamanis G**, Maltezos K, Dimas P, Tassos A, Mouchasiris C. Bowel obstruction and perforation due to a large gallstone. A case report. *International Journal of Surgery Case Reports* 2016; 26: 193-196
4. Galyfos G, **Sachsamanis G**, Anastasiadou C, Sachmpazidis I, Kikiras K, Kastrisios G, Giannakakis S, Papapetrou A, Papacharalampous G, Maltezos C. Carotid endarterectomy versus carotid stenting or best medical treatment in asymptomatic patients with significant carotid stenosis: A meta-analysis. *Cardiovascular Revascularization Medicine* 2019 May; 20(5): 413-423
5. **Sahsamanis G**, Katikaridis I, Mikros G, Tzelepis V, Pinalidis D, Deverakis T, Dimitrakopoulos G. Chromophobe renal cell carcinoma and the synchronous presence of primary colon malignancies. Is there a relation? *Urology Case Reports* 2017; 14: 5-7
6. **Sahsamanis G**, Vourliotakis G, Maltezos K, Plakas G, Tzilalis V. Endovascular treatment of infrarenal isolated abdominal aortic dissection applying the kissing stents technique. A case report and review of the literature. *Annals of Vascular Diseases* 2017; 10(3): 250-253
7. Vourliotakis G, **Sahsamanis G**, Evangelidis P, Aivatidi C. Endovenous laser treatment of incompetent saphenous veins using the 1470nm diode laser and radial fiber. *Annals of Medicine and Surgery* 2017 Dec 7; 25: 12-16
8. Vourliotakis G, **Sahsamanis G**, Kantounakis I, Stoumpos C, Tzilalis V. Fenestrated stent-graft after previous open surgical repair of abdominal aortic aneurysm: case report and review of the current literature. *Open Journal of Clinical and Medical Case Reports* 2017; 1209

9. **Sahsamanis G**, Triantafylakis P, Gkouzis K, Katis K, Dimitrakopoulos G. Intra-abdominal myositis ossificans in an asymptomatic patient during closure of a Hartmann's colostomy. *Journal of Surgical Case Reports* 2016; 2016 (11): rjw203
10. **Sahsamanis G**, Terzoglou A, Theodoridis C, Kiakou M, Mitsopoulos G, Deverakis T, Dimitrakopoulos G. Laparoscopic repair of an excessive Morgagni hernia in an adult presenting as upside-down stomach. *International Journal of Surgery Case Reports* 2017 Nov 11; 41: 443-445
11. **Sachsamanis G**, Papapetrou A, Galyfos G, Anastasiadou C, Maltezos C. Late common iliac artery aneurysm rupture due to contralateral type Ib Endoleak after previous EVAR. *Open Journal of Clinical and Medical Case Reports* 2019: 1511
12. **Sachsamanis G**, Charisis N, Maltezos K, Galyfos G, Papapetrou A, Tsiligiris V, Kantounakis I, Tzilalis V. Management and therapeutic options for abdominal aortic aneurysm coexistent with horseshoe kidney. *Journal of Vascular Surgery* 2019 Apr; 69(4): 1257-1267
13. **Sahsamanis G**, Mitsopoulos G, Deverakis T, Terzoglou A, Evangelidis P, Dimitrakopoulos G. Neuroendocrine carcinoma as a rare cause of jejunal intussusception in an adult. Management and literature review. *Journal of Surgical Case Reports* 2017; 2017 (5): rjx082
14. **Sahsamanis G**, Chouliaras E, Katis K, Samaras S, Daliakopoulos S, Dimitrakopoulos G. Patient-tailored management of an asymptomatic massive substernal goiter presenting as branchiocephalic vein occlusion. Report of a case and review of sternotomy indications. *International Journal of Surgery Case Reports* 2017; 31: 35-38
15. **Sahsamanis G**, Vourliotakis G, Pirgakis K, Lekkas A, Kantounakis I, Terzoglou A, Tzilalis V. Primary stenting of right sided subclavian artery stenosis presenting as subclavian steal syndrome. Report of three cases and literature review. *Annals of Vascular Surgery* 2018 Apr; 48: 254.e1-254.e5
16. Galyfos G, **Sachsamanis G**, Sachmpazidis I, Anastasiadou C, Kastrisios G, Giannakakis S, Papapetrou A, Papacharalampous G, Maltezos C. Prognostic role of ankle-brachial index on cardiac damage after carotid artery endarterectomy. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery* 2019 December; 58(6): e511-e512
17. **Sahsamanis G**, Charisis N, Galyfos G, Anastasiadou C, Chalkias A. Repair of an excessive brachiocephalic aneurysm in a hemodialysis patient and review on therapeutic options for

aneurysmal fistula management. *Open Journal of Clinical and Medical Case Reports* 2018; 1472

18. **Sahsamanis G**, Samaras S, Mitsopoulos G, Deverakis T, Dimitrakopoulos G, Pinalidis D. Semi-closed surgical technique for treatment of pilonidal sinus. *Annals of Medicine and Surgery* 2017; 15: 47-51
19. **Sahsamanis G**, Samaras S, Palaiologos K, Dimitrakopoulos G, Pinalidis D. Sigmoid adenocarcinoma revealed by an inflamed urachal cyst. A rare clinical manifestation. *Open Journal of Clinical and Medical Case Reports* 2016; 1125
20. **Sahsamanis G**, Samaras S, Gkouzis K, Dimitrakopoulos G. Strangulated Richter's incisional hernia presenting as an abdominal mass with necrosis of the overlapping skin. A case report and review of the literature. *Clinical Case Reports* 2017; 5(3): 253-256
21. **Sahsamanis G**, Gkouzis K, Samaras S, Pinalidis D, Dimitrakopoulos G. Surgical management of a giant parathyroid adenoma through minimal invasive parathyroidectomy. A case report. *International Journal of Surgery Case Reports* 2017; 31: 262-265
22. **Sahsamanis G**, Samaras S, Basios A, Katis K, Dimitrakopoulos G. Treatment of a half century year old giant inguinoscrotal hernia. A case report. *International Journal of Surgery Case Reports* 2016; 25: 51-54