

původní práce

Průchodnost fenestrací po implantaci fenestrováných a větvených stentgraftů u pacientů s pararenálním aneurysmatem břišní aorty

Patency of fenestrations after implantation of fenestrated and branched stent grafts in patients with pararenal abdominal aortic aneurysm

Marie Černá^{1,4}, Petr Utíkal², Jana Zapletalová³, Vojtěch Prášil¹, Petr Dráč², Petr Kučera¹, Tomáš Maleňák¹, Pavel Jemelka¹, Tomáš Vávra¹, Martin Köcher¹

¹Radiologická klinika LF UP a FN, Olomouc

²II. chirurgická klinika LF UP a FN, Olomouc

³Ústav biofyziky, pracoviště biometrie LF UP, Olomouc

⁴Fakulta zdravotnických odborov, Katedra medicínsko-technických odborov, UNIPO, Prešov

Hlavní stanovisko práce

Zhodnotit průchodnost fenestrací po implantaci fenestrováných a větvených stentgraftů pro pararenální aneurysma břišní aorty.

SOUHRN

Černá M, Utíkal P, Zapletalová J, Prášil V, Dráč P, Kučera P, Maleňák T, Jemelka P, Vávra T, Köcher M. Průchodnost fenestrací po implantaci fenestrováných a větvených stentgraftů u pacientů s pararenálním aneurysmatem břišní aorty

Cíl: Zhodnotit průchodnost fenestrací pro renální tepny, horní mezenterickou tepnu a truncus coeliacus u pacientů po implantaci fenestrováných a větvených stentgraftů pro pararenální aneurysma břišní aorty. Dalším cílem bylo zhodnotit výskyt pozdního endoleaku typu Ia.

Metodika: V období od roku 2002 do roku 2023 bylo na našem pracovišti léčeno 87 pacientů s pararenálním aneurysmatem břišní aorty implantací fenestrováného nebo větveného stentgraftu. Z toho bylo 14 žen a 73 mužů ve věku od 51 do 86 let, věkový průměr byl 72 let. Rok a déle (1–13 let) bylo sledováno 69 pacientů, a to CT angiografií jednou ročně. Průměrná doba sledování byla 4,7 let, medián 4 roky. Celkový počet fenestrací a větví u 87 nemocných byl 266. Déle než rok bylo sledovaných 209 fenestrací a větví.

Výsledek: Celkově došlo k uzavěru jedenácti fenestrací a větví, dvě se uzavřely během

Major statement

To evaluate fenestration patency after implantation of fenestrated and branched stent-grafts for pararenal abdominal aortic aneurysm.

SUMMARY

Černá M, Utíkal P, Zapletalová J, Prášil V, Dráč P, Kučera P, Maleňák T, Jemelka P, Vávra T, Köcher M. Patency of fenestrations after implantation of fenestrated and branched stent grafts in patients with pararenal abdominal aortic aneurysm

Aim: To evaluate the patency of fenestrations for the renal arteries, superior mesenteric artery, and truncus coeliacus in patients after implantation of fenestrated and branched stent-grafts for pararenal abdominal aortic aneurysm. Another objective was to evaluate the incidence of late type Ia endoleak.

Methodology: In the period from 2002 to 2023, 87 patients with pararenal aneurysm of the abdominal aorta were treated at our institution with the implantation of a fenestrated or branched stent-graft. There were 14 women and 73 men aged from 51 to 86 years, the average age was 72 years. Sixty-nine patients were followed-up a year or longer (1–13 years), with CT angiography once a year. Mean follow-up was 4.7 years, median 4 years. The total number of fenestrations and branches in 87 patients was 266. Two hundred and nine fenestrations were followed for longer than a year.

Přijato: 3. 4. 2024

Korespondenční adresa:

prof. MUDr. Marie Černá, Ph.D.
Radiologická klinika LF UP a FN
Zdravotníků 248/7, 779 00 Olomouc
e-mail: Marie.Cerna@fnoL.cz

Konflikt zájmů: žádný.

prvního roku, šest za rok po výkonu, dvě 2 roky po výkonu a jedna se uzavřela 6 let po výkonu. Jednoroční průchodnost byla v celém souboru 96,2 %, tříletá průchodnost byla 95,1 % a pětiletá průchodnost pak 95,1 %. Během sledování jsme u žádného pacienta nezaznamenali endoleak typu Ia.

Závěr: Průchodnost fenestrací a větví u pacientů po implantaci fenestrovaných a větvených stentgraftů pro pararenální aneurysma břišní aorty je dobrá. Zlepšení proximální fixace pak vede ke snížení rizika migrace a výskytu endoleaku typu Ia.

Klíčová slova: pararenální aneurysma břišní aorty, fenestrováný stentgraft, větvený stentgraft, průchodnost fenestrací.

Results: A total of 11 fenestrations and branches were occluded, 2 within the first year, 6 one year postoperatively, two fenestrations 2 years postoperatively, and one fenestration was occluded 6 years after procedure. One-year primary patency of fenestrations was 96.2%, three-year patency was 95.1%, and five-year patency was 95.1%. During follow-up, we did not observe a type Ia endoleak in any patient.

Conclusion: Patency of fenestrations and branches in patients after implantation of fenestrated and branched stent-grafts for pararenal abdominal aortic aneurysm is good. The improvement of proximal fixation then leads to a reduction in the risk of migration and the occurrence of a type Ia endoleak.

Key words: pararenal abdominal aortic aneurysm, fenestrated stent-graft, bifurcated stent-graft, fenestration patency.

ÚVOD

Endovaskulární léčba aneurysmat břišní aorty je dnes plně akceptovatelnou alternativou chirurgické léčby u pacientů s vysokým operačním rizikem. Hlavní limitací standardní endovaskulární léčby aneurysmatu břišní aorty stentgraftem je nevhodný nebo krátký či chybějící proximální krček anebo šíření aneurysmatu suprarenálně. Možnosti endovaskulární léčby těchto aneurysmat s nevhodným krčkem a pararenálních aneurysmat se s fenestrovanými a větvenými stentgrafty výrazně rozšířila. U fenestrovaných a větvených stentgraftů se popisuje také lepší proximální fixace a tím menší riziko migrace a vzniku endoleaku Ia.

Indikace k implantaci fenestrovaných nebo větvených stentgraftů u pacientů s pararenálními aneurysmaty břišní aorty je dána hlavně morfologií vlastního aneurysmatu. U pararenálních juxtarenálních abdominálních aneurysmat s průměrem aorty v místě odstupu viscerálních tepen do 28 mm je indikace k implantaci fenestrovaného stentgraftu. Pokud je průměr aorty 30 mm a více, fixace fenestrovaného stentgraftu není optimální, volíme pak stentgraft větvený. U pararenálních suprarenálních aneurysmat se volí větvený stentgraft. U pacientů s aneurysmatem břišní aorty s nevhodným proximálním krčkem je indikace k implantaci fenestrovaného stentgraftu.

Krátkodobá a střednědobá průchodnost fenestrací stentgraftů je velmi dobrá, jednoroční se udává více než 90 % (1, 2).

Cílem práce bylo zhodnotit průchodnost fenestrací po implantaci fenestrovaných a větvených stentgraftů u pararenálních aneurysmat břišní aorty.

METODIKA

V období od roku 2002 do roku 2023 bylo na našem pracovišti léčeno 87 pacientů s pararenálním aneurysmatem břišní aorty implantací fenestrovaného nebo větveného stentgraftu. Z 87 nemocných byl implantován větvený stentgraft pro pararenální aneurysma u sedmi pacientů. Z 87 nemocných bylo 14 (16,1 %) žen a 73 (83,9 %) mužů ve věku od 51 do 86 let, věkový průměr byl 72 let. Devět pacientů bylo v době zpracování souboru méně než rok po výkonu, sedm nemocných zemřelo během 1. roku po implantaci stentgraftu a dva pacienti vypadli ze sledování. Rok a déle (1–13 let) bylo sledováno 69 pacientů, 64 nemocných s fenestrovaným stentgraftem a pět pacientů s větveným stentgraftem. Průměrná doba sledování byla 4,7 let, medián 4 roky. Celkový počet fenestrací a větví u 87 nemocných bylo 266, fenestrací bylo 241 a větví pro viscerální tepny bylo 25. Déle než rok bylo sledovaných 209 fenestrací a větví, z toho bylo sledováno 190 fenestrací a 19 větví. U prvních 31 nemocných byly fenestrace zajištěny stenty, u dalších pacientů pak byly fenestrace zajištěny téměř výhradně stentgrafty. U větvených stentgraftů se pro zajištění větví pro viscerální tepny samozřejmě používají výhradně stentgrafty. Do fenestrací byly implantované stentgrafty

Tab. 1. Celkový počet fenestrací a větví u pacientů sledovaných rok a déle, celkový počet uzávěrů, symptomatické a asymptomatické uzávěry**Table 1. Total number of fenestrations and branches in patients followed for a year or longer, total number of occlusions, symptomatic and asymptomatic occlusions**

FEVAR/BEVAR uzávěry	Celkový počet fenestrací/větví	209	Celkový počet uzávěrů	11 (5,3 %)
dobu uzávěru po výkonu	počet uzávěrů	uzavřené tepny	asymptomatický uzávěr	symptomatický uzávěr
< 1 rok	2	AR	1	1
1 rok	6	5 AR, 1 AMS	5	3
2 roky	2	AR, AMS	2	0
6 let	1	AR	1	0

F/BEVAR – fenestrovaný/větvený stentgraft/fenestrated/branched stent graft, FEVAR – fenestrovaný stentgraft/fenestrated stent graft, AR dx, sin – pravá a levá renální tepna/right and left renal artery, AMS – a. mesenterica superior/mesenteric superior artery, TRC – truncus coeliacus/coeliac trunk

Tab. 2. Kaplanova-Meierova analýza (průměrná doba do uzávěru a 95% interval spolehlivosti pro průměrnou dobu)**Table 2. Kaplan-Meier analysis (mean time to occlusion and 95% confidence interval for the mean time)**

	Oba typy stentgraftu		Jeden typ stentgraftu	
	průměr	95% CI	průměr	95% CI
Doba do uzávěru (roky)	12,3	11,9–12,7	12,4	11,9–12,8

balónexpandibilní, naopak větve byly zajištěny samoexpandibilními stent-grafty.

Protokol sledování nemocných po implantaci stentgraftu zahrnuje prostý snímek skeletu stentgraftu a CT angiografii břišní aorty, které jsou prováděné v jednorozměrných intervalech.

V souboru nemocných byla hodnocena průchodnost fenestrací a větví, resp. počet uzávěrů. Dále byl hodnocen výskyt pozdních komplikací, a to především endoleaku typu Ia, tedy netěsnosti proximální kotvící zóny. Průchodnost fenestrací a větví byla statisticky hodnocena pomocí Kaplanovy-Meierovy analýzy.

VÝSLEDKY

Během sledování se z 209 fenestrací a větví celkově uzavřelo jedenáct, resp. devět fenestrací u pacientů po implantaci fenestrovaného stentgraftu a dvě větve u nemocných po implantaci větveného stentgraftu (tab. 1). Dvě uzavřené fenestrace byly zajištěny stenty a sedm fenestrací bylo zajištěno stentgraftem.

Během 1. roku po výkonu se uzavřely dvě fenestrace. Uzávěr jedné fenestrace pro renální tepnu nebylo možné endovaskulárně rekanalizovat, u pacienta byla dočasně lehce zvýšená hladina kreatininu. Uzávěr fenestrace pro renální tepnu u dalšího pacienta byl asymptomatický. Za rok po výkonu bylo

diagnostikováno šest uzávěrů, 2 roky po výkonu se uzavřely dvě fenestrace, 6 let po implantaci došlo k uzávěru jedné fenestrace. Z jedenácti uzávěrů byly čtyři uzávěry symptomatické, jednalo se o dva uzávěry fenestrací pro renální tepny a dva uzávěry větví pro renální tepny, pacienti měli zvýšenou hladinu kreatininu. Uzávěry byly léčeny endovaskulárně. Žádný pacient nebyl dialyzován. Sedm uzávěrů bylo asymptomatických, nebyly tedy indikovány k léčbě. Z těchto sedmi uzávěrů bylo uzavřených pět renálních tepen a dvě horní mezenterické tepny.

Podle Kaplanovy-Meierovy analýzy byla průměrná doba do uzávěru v celém souboru 12,3 roky (95% CI 11,9–12,7 let), pro fenestrované stentgrafty pak byla průměrná doba do uzávěru fenestrace 12,4 roky (95% CI 11,9–12,8 let) (tab. 2). Jednorozměrná průchodnost byla v celém souboru 209 fenestrací a větví 96,2 % (95% CI 93,6–98,8 %), tříletá průchodnost byla 95,1 % (95% CI 91,2–98,1 %) a pětiletá průchodnost pak 95,1 % (95% CI 91,2–98,1 %) (tab. 3). V souboru nemocných po implantaci fenestrovaného stentgraftu

byla jednorozměrná průchodnost 96,8 % (94,4–99,3 %), tříletá průchodnost byla 95,6 % (92,7–98,6 %) a pětiletá průchodnost pak 95,6 % (92,7–98,6 %) (tab. 3).

Během sledování bylo kromě uzávěrů fenestrací a větví u 18 pacientů diagnostikováno dalších 19 pozdních komplikací (tab. 4). V souboru nemocných po implantaci fenestrovaného stentgraftu bylo diagnostikováno u 16 nemocných 17 komplikací. Komplikace se objevily 1 rok až 8 let po implantaci stentgraftu. Jednalo se o endoleaky (typ Ib, III, II) a o ischemické a zánětlivé komplikace. Pacienti s endoleaky byli asymptomatictí. Pacienti s ischemickými komplikacemi (uzávěr raménka stentgraftu) a zánětlivými komplikacemi (abscesy v retroperitoneum) měli symptomy. Endoleaky, které bylo nutné léčit, byly řešeny úspěšně endovaskulárně. Trombóza ramének stentgraftu byla úspěšně léčena trombektomií. Pacienti se zánětlivými komplikacemi byli léčeni antibiotiky.

U žádného nemocného v celém souboru nedošlo k migraci stentgraftu a nebyl diagnostikován endoleak Ia typu.

DISKUSE

Endovaskulární léčba aneurysmatu břišní aorty je stále limitovaná morfologií aneurysmatu, a to především proximálního krčku. Pokud léčíme pacienty s nevhodným proximálním krčkem standardní endovaskulární léčbou, pak jednoznačně s vyšším rizikem proximálního endoleaku pro případnou netěsnost proximální kotvící zóny (3). Tyto morfologické limitace byly částečně eliminovány fenestrovanými a větvenými stentgrafty, které umožnily posunout proximální kotvící zónu do oblasti pararenální až suprarenální. V současné době je tedy možné endovaskulárně léčit většinu pacientů s aneurysmatem břišní aorty. Pacienti po endovaskulární léčbě jsou pak sledováni v pravidelných intervalech s cílem včas zachytit a léčit

Tab. 3. Kaplanova-Meierova analýza (odhad průchodnosti fenestrací)**Table 3. Kaplan-Meier analysis (estimation of fenestration patency)**

Průchodnost fenestrací	Oba typy stentgraftu		Jeden typ stentgraftu	
1 rok	96,2 %	93,6–98,8 %	96,8 %	94,4–99,3 %
3 roky	95,1 %	91,2–98,1 %	95,6 %	92,7–98,6 %
5 let	95,1 %	91,2–98,1 %	95,6 %	92,7–98,6 %

Tab. 4. Pozdní komplikace po implantaci fenestrovaného nebo větveného stentgraftu, počet, léčba

Table 4. Late complications after fenestrated or branched stent graft implantation, number, treatment

Komplikace FEVAR/BEVAR	Počet	Počet pacientů	
FEVAR/BEVAR	19	18	
FEVAR	17	16	
BEVAR	2	2	
Pozdní komplikace F/BEVAR	Typ komplikace, rok, kdy byla komplikace diagnostikována	Počet	Léčba
• asymptomatické • symptomatické (infekční, ischemické)	EL Ia	0	
	EL Ib (1, 1, 4, 5 R)	4	SG
	EL III (4, 6 R)	2	SG
	EL IIIc (kolem fenestrace AR) (4, 8 R)	2	SG
	EL II ↔ vak	5	bez léčby
	EL II ↑ vak (6 R)	1	embolizace
	zánětlivé komplikace (absces) (2 M, 1 R)	2	antibiotika
	ischemické (trombóza) (3 M, 2, 4 R)	3	trombektomie
procento komplikací	27,5 %, bez EL II ↔ 20 %		

EL – endoleak, SG – stentgraft/stent graft, ↔ stacionární vak aneurysmatu/stable aneurysm sac, ↑ zvětšený vak aneurysmatu/enlarged aneurysm sac

pozdní komplikace, a to především ty, které jsou potenciálně spojené s rizikem ruptury (endoleak I. a III. typu, migrace stentgraftu a endotension). U pacientů po implantaci fenestrovaných a větvených stentgraftů je pak dalším důležitým faktorem, který se sleduje, průchodnost fenestrací a větví pro viscerální tepny. Tento faktor je sledován proto, že endovaskulární léčba ovlivňuje oblast patologicky nezměněnou, neboť stentgrafty zajišťující fenestrace a spojující větve stentgraftu jsou implantovány do zdravých viscerálních tepen. Je tedy nutné obhájit tuto intervenci tím, že sledování prokáže velmi nízké riziko uzavěru těchto tepen a s tím spojených ischemických komplikací. Publikovaná průchodnost krátkodobá, střednědobá i dlouhodobá je vysoká. Jednoroční průchodnost se udává v rozmezí 95–97 % (2, 4), střednědobá průchodnost 93–95 % (4, 5) a dlouhodobá průchodnost v 5 letech je 93,3 % (6). Těmto pozorováním odpovídají i výsledky našeho souboru pacientů, kde byla průchodnost fenestrací i větví velmi dobrá, a to jednoroční průchodnost byla v celém souboru 96 %, tříletá průchodnost 95 % a pětiletá průchodnost pak 95 %.

U fenestrovaných stentgraftů byly původně pro zajištění fenestrací implantovány stenty. Nicméně vzhledem k riziku deformace stentů a posunu vlastního stentgraftu do stentu s následným uzavěrem tepny se od implantace stentů ustoupilo a pro zajištění fenestrací byly stenty nahrazeny stentgrafty (2, 7). V našem souboru jsme ale rozdíl v průchodnosti mezi stenty a stentgrafty nezaznamenali.

Dalším specifickým faktorem u těchto stentgraftů je endoleak III. typu při netěsnosti spojení stentgraftu a fenestrace nebo větve. S fenestrovanými a větvenými stentgrafty tak přichází i nová klasifikace endoleaků. Endoleak při netěsnosti stentgraftu fenestrace nebo větve mezi vlastním stentgraftem a stěnou cílové tepny se klasifikuje jako endoleak Ic (8). Pokud je trhlinka v krytí stentgraftu pro fenestraci nebo větev, pak mluvíme obdobně o endoleaku typu IIIb. U endoleaku IIIc dochází k rozpojení stentgraftu zajišťující fenestraci nebo větve a vlastního stentgraftu v aortě nebo tehdy, když je fenestrace či větev zajištěna více stentgrafty a dojde k jejich rozpojení. Pozdní endoleak vznikající v souvislosti s fenestrací nebo větví stentgraftu se vyskytuje v 1–14 %

(8–14). V některých studiích je reintervence pro tento typ endoleaku nejčastější pozdní reintervencí po implantaci fenestrovaných a větvených stentgraftů (9). Počet endoleaků se pak logicky zvyšuje s délkou a intenzitou sledování pacientů po implantaci stentgraftu. Rizikovým faktorem, který může přispět ke vzniku endoleaku v souvislosti s fenestracemi, je velký vnitřní průměr aorty v místě odstupu viscerálních větví, a to 30 ± 8 mm (8). Tento typ endoleaku je většinou snadno léčen endovaskulárně implantací stentgraftu s téměř 100% technickou úspěšností. V našem souboru jsme zaznamenali endoleak IIIc u dvou pacientů. U obou pacientů se jednalo o netěsnost mezi vlastní fenestrací a stentgraftem zajišťující fenestraci. Endoleak IIIc se tedy vyskytl v 1 %. Oba pacienti měli v úrovni fenestrace vnitřní průměr aorty více než 30 mm. Endoleak byl řešený implantací stentgraftu u obou nemocných.

Velmi závažnou pozdní komplikací po endovaskulární léčbě aneurysmatu břišní aorty je endoleak I. typu, který je jasně spojený s rizikem ruptury. Příčinou proximálního endoleaku je často dilatace proximálního krčku při pokračujícím onemocnění a migrace stentgraftu. Prodloužením kotvící zóny proximálně do oblasti viscerálních tepen se pak snižuje riziko těchto pozdních komplikací.

Endoleak typu Ia po implantaci fenestrovaných nebo větvených stentgraftů pro pararenální aneurysmata a thorakoabdominální aneurysmata se vyskytuje v 0–3 % (6, 8, 15, 16). V našem souboru se endoleak Ia typu nevyskytl u žádného pacienta, a to i při dlouhodobém sledování.

ZÁVĚR

Léčba pararenálních aneurysmat implantací fenestrovaných a větvených stentgraftů je metoda bezpečná s malým rizikem proximálního endoleaku a velmi dobrou dlouhodobou průchodností fenestrací a větví pro viscerální tepny. ●

LITERATURA

1. **Nordon M, Hinchliffe RJ, Holt PJ, et al.** Modern Treatment of Juxtarenal Abdominal Aortic Aneurysms with Fenestrated Endografting and Open Repair – A Systematic Review, *Eur J of Vasc and Endovasc Surg.* 2009; 38(1): 35–41.
2. **Grimme FAB, Zeebregts CJ, Verhoeven EGV, et al.** Visceral stent patency in fenestrated stent grafting for abdominal aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg.* 2014; 59: 298–306.
3. **Atkins AD, Atkins MD.** Branched and Fenestrated Aortic Endovascular Grafts. *Methodist DeBakey Cardiovasc J.* 2023; 19(2): 15–23.
4. **Ambler G, Boyle JR, Cousins C, et al.** Early results of fenestrated endovascular repair of juxtarenal aortic aneurysms in the United Kingdom. *Circulation* 2012; 125(22): 2707–2715.
5. **Diamond KR, Simons JP, Crawford AS.** Effect of thoracoabdominal aortic aneurysm extent on outcomes in patients undergoing fenestrated/branched endovascular aneurysm repair. *J Vasc Surg.* 2021; 74(3): 833–842.
6. **Verhoeven EL, Vourliotakis G, Bos WT, et al.** Fenestrated stent grafting for short-necked and juxtarenal abdominal aortic aneurysm: an 8-year single-centre experience. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2010; 39: 529–536.
7. **Mendes BC, Oderich GS, Reis de Souza L, et al.** Implications of renal artery anatomy for endovascular repair using fenestrated, branched, or parallel stent graft techniques. *J Vasc Surg.* 2016; 63: 1163–1169.
8. **Kärkkäinen JM, Tenorio ER, Jain A, et al.** Outcomes of target vessel endoleaks after fenestrated-branched endovascular aortic repair. *J Vasc Surg.* 2020; 72: 445–455.
9. **Dossabhoy SS, Simons JP, Diamond KR, et al.** Reinterventions after fenestrated or branched endovascular aortic aneurysm repair *J Vasc Surg.* 2018; 68(3): 669–681.
10. **Verhoeven EL, Katsargyris A, Oikonomou K, et al.** Fenestrated endovascular aortic aneurysm repair as a first line treatment option to treat short necked, juxtarenal, and suprarenal aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2016; 51: 775–781.
11. **Verhoeven EL, Katsargyris A, Bekkema F, et al.** Editor’s choicedten-year experience with endovascular repair of thoracoabdominal aortic aneurysms: results from 166 consecutive patients. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2015; 49: 524–531.
12. **Tinelli G, Crea MA, de Waure C, et al.** A propensity matched comparison of fenestrated endovascular aneurysm repair and open surgical repair of pararenal and paravisceral aortic aneurysms. *J Vasc Surg.* 2018; 68: 659–668.
13. **Sylvan J, Brier C, Wolski K, Yanof J, et al.** Impact of alterations in target vessel curvature on branch durability after endovascular repair of thoracoabdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg.* 2016; 63: 634–641.
14. **Mastracci TM, Greenberg RK, Eagleton MJ, Hernandez AV.** Durability of branches in branched and fenestrated endografts. *J Vasc Surg.* 2013; 57: 926–933.
15. **O’Callaghan A, Greenberg RK, Eagleton MJ.** Type Ia endoleaks after fenestrated and branched endografts may lead to component instability and increased aortic mortality. *J Vasc Surg.* 2015; 61(4): 908–914.
16. **Oderich J, Ribeiro M, Hofer J, et al.** Complex aortic aneurysms and thoracic dissections Prospective, nonrandomized study to evaluate endovascular repair of pararenal and thoracoabdominal aortic aneurysms using fenestrated-branched endografts based on supraceliac sealing zones. *Vasc Surg.* 2017; 65(5): 1249–1259.