

Otrzymano: 2005.01.20

Zaakceptowano: 2005.01.31

Comparison of the usefulness 3D CTA with other methods to estimate morphology of abdominal aortic aneurysm before endovascular aneurysm repair

Porównanie przydatności 3D angio-TK z innymi metodami oceny morfologii tętniaka aorty brzusznej przed planowanym zabiegiem przezskórnej implantacji stent-graftu.

Jerzy Walecki¹, Mirosław Nowicki¹, Kazimierz Kordecki², Piotr Andziak³, Marek Gacko⁴, Adam Łukasiewicz²

¹ Zakład Diagnostyki Radiologicznej i Obrazowej, Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego w Warszawie

² Zakład Radiologii, SP Szpital Kliniczny Akademii Medycznej w Białymstoku

³ Klinika Chirurgii, Centralny Szpital Kliniczny MSWiA w Warszawie

⁴ Klinika Chirurgii Naczyń i Transplantacji, SP Szpital Kliniczny Akademii Medycznej w Białymstoku

Adres autora: Jerzy Walecki, Zakład Diagnostyki Radiologicznej i Obrazowej, Centrum Medyczne Kształcenia Podyplomowego; Warszawa; Szpital MSWiA, ul. Wołowska 137

Summary

Background:

The purpose of this study was to examine the accuracy of diagnostic methods in the preoperative evaluation of abdominal aortic aneurysm before endovascular treatment.

Material/Methods:

During the period of January 2002-December 2004, 67 patients with AAA (42 diagnosed in the Department of Radiology of the Central Clinical Hospital of the Ministry of Internal Affairs and Administration and 25 patients diagnosed in the Department of Radiology of Medical Academy in Białystok) underwent ultrasonography, spiral CT with 3D reconstructions (3D CTA), and digital subtraction angiography (DSA) following treatment of aortoiliac aneurysms with endoluminal stent-grafts in 36 and 12 patients, respectively.

Results/Conclusions:

Our experience suggests that spiral computerized tomographic angiography with three-dimensional reconstruction (3D CTA) is a reliable, relatively noninvasive technique to assess the feasibility of endovascular aneurysm repair. DSA allows verification of the measurements from spiral computed scans, but it is a more invasive method than CTA. However, CTA with 3D reconstruction shows a diagnostic effectiveness similar to that of DSA. Thus it may be sufficient as a preoperative imaging technique when evaluating a patient for an endovascular graft procedure.

Key words:

abdominal aortic aneurysm • CT angiography • 3D reconstructions • endovascular treatment • endoluminal stent-graft

PDF file:

http://www.polradiol.com/pub/pjr/vol_70/nr_1/6961.pdf

Wstęp

Szybki rozwój endowaskularnego leczenia tętniaków aorty brzusznej (TAB) stał się możliwy za sprawą wprowadzenia do diagnostyki tego schorzenia nowoczesnych metod obrazowania tj. spiralnej tomografii komputerowej z rekonstrukcją trójwymiarową (3D angio-TK), angiografii rezonansu magnetycznego (MRA) oraz dzięki ciągłemu udoskonalaniu stent-graftów [1,2].

W leczeniu chirurgicznym TAB możliwa jest korekta pierwotnie założonego postępowania operacyjnego, natomiast dobór protezy do leczenia endowaskularnego wymaga precyzyjnego określenia morfologii TAB już na etapie badań obrazowych [3]. W kwalifikacji do zabiegu endowaskularnego oraz w dokładnej ocenie topografii TAB stosuje się przede wszystkim spiralną TK z rekonstrukcją 3D (3D angio-TK) i cyfrową angiografię subtrakcyjną (DSA) z użyciem kalibrowanego cewnika; w mniejszym stopniu jako metody pomocnicze wykorzystywane są USG i MR.

Celem pracy jest:

1. Prezentacja własnych doświadczeń w ocenie morfologii tętniaków aorty brzusznej w postępowaniu kwalifikacyjnym do wewnątrznaczyniowej implantacji stent-graftu.
2. Ocena wartości obrazowania TAB za pomocą spiralnej TK z rekonstrukcją 3D (3D angio-TK) w aspekcie planowanego leczenia techniką wewnątrznaczyniowej implantacji stent-graftu. Porównanie obrazowania przestrzennego (3D angio-TK) z innymi metodami diagnostycznymi – angiografią (DSA) i USG.

Materiał i metody

W okresie stycznia 2002 do grudnia 2004 w Zakładzie Diagnostyki Radiologicznej MSWiA w Warszawie oraz w Zakładzie Radiologii Akademii Medycznej w Białymstoku poddano analizie wyniki badań obrazowych 67 pacjentów z TAB. W tej grupie było 57 mężczyzn i 10 kobiet. Średni wiek pacjentów wyniósł 70 lat (przedział 56–80). Procentowy rozkład w poszczególnych grupach wiekowych przedstawiono w Tab. 1.

Do zabiegu wewnątrznaczyniowej implantacji stent-graftu zostało zakwalifikowanych 48 pacjentów. U pozostałych pacjentów (19) warunki anatomiczne (Tab. 1) nie pozwoliły na bezpieczne przeprowadzenie leczenia metodą endowaskularną.

Wszyscy chorzy w procedurze kwalifikacyjnej do leczenia endowaskularnego mieli wykonane badanie ultrasonograficzne, tomografię komputerową oraz cyfrową angiografię subtrakcyjną. Podstawą kwalifikacji do zabiegu było badanie angio-TK z wtórną rekonstrukcją 3D oraz cyfrowa angiografia subtrakcyjna (DSA). Badanie TK wykonano na aparatach: GE HeSpeed CT/i i Toshiba Aquilion 16 CFX (Zakład Diagnostyki Radiologicznej MSWiA w Warszawie) oraz Toshiba Xtension/Gx (Zakład Radiologii Akademii Medycznej w Białymstoku). Parametry badania: helikalne, czas skanu 0,8/0,5 sek., pitch 1,7/2, grubość warstwy 5/5 mm, interwał rekonstrukcji 2,5/1 mm. Niejonowy

środek kontrastowy (Omnipaque 350/ Ultravist 370) w ilości 140–150 ml podawany był dożylnie z szybkością 3.5 ml/sek.

Uzyskane w trakcie akwizycji dane zostały poddane przetworzeniu cyfrowemu. Otrzymano obrazy dwu- i trójwymiarowe. Podstawowymi technikami rekonstrukcji były: rekonstrukcje wielopłaszczyznowe (MPR – multiplanar reconstructions), projekcje maksymalnej intensywności (MIP – maximum intensity projections), powierzchniowe rekonstrukcje trójwymiarowe (SSD – shaded surface display) oraz rekonstrukcje objętościowe (VR – volume rendering). Na podstawie wykonanych rekonstrukcji trójwymiarowych oceniane było dokładne położenie, wielkość i kształt tętniaka, stosunek worka tętniaka do odejścia tętnic nerkowych (długość szyi tętniaka) oraz dolna granica tętniaka i jej odległość od tętnic biodrowych.

Cyfrowa angiografia subtrakcyjna była wykonywana aparatem Philips V5000 (CSK MSWiA) oraz Argos (Zakład Radiologii AM w Białymstoku). Cewnik typu „pigtail” ze znacznikami co 1 cm wprowadzono przez tętnicę udową. Stosowano środek Omnipaque 350 w ilości 50 ml z wypływem 15 ml/s. Oba badania TK i DSA miały na celu uwidocznienie brzuszego odcinka aorty oraz odchodzących od niej tętnic nerkowych, tętnic biodrowych wspólnych i dalej biodrowych zewnętrznych i wewnętrznych. Na podstawie tych badań decydowano, czy warunki naczyniowo-anatomiczne TAB umożliwiają zastosowanie stent-graftu. Dobór pacjentów do leczenia endowaskularnego opierał się na ustalonych kryteriach. Czynniki dyskwalifikujące leczenie wewnątrznaczyniowe zebrano w Tabeli 1.

Zaawansowane choroby serca i układu krążenia były najczęstszą przyczyną kierowania pacjentów na leczenie TAB metodą endowaskularną. Inne choroby ogólnoustrojowe występujące w badanej grupie to: POCHP, cukrzyca, zawał, udar mózgu w wywiadzie (Tab. 2). Czynniki ryzyka u badanych pacjentów były najczęściej nadciśnienie, nikotynizm, hiperlipidemia i otyłość.

Wyniki

50 pacjentów (74,6 %) leczonych w naszym ośrodku było w wieku powyżej 70 lat. 21 pacjentów (31,3%) zostało zaklasyfikowanych do II grupy ryzyka operacyjnego,

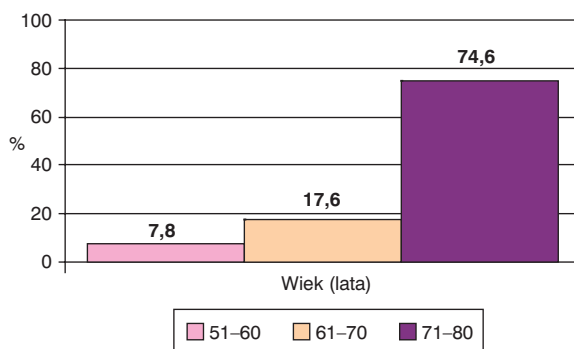


Figure 1. Age distribution of the groups.

Rycina 1. Procentowy rozkład pacjentów w poszczególnych grupach wiekowych.

Table 1. Disqualifying factors from endovascular treatment.**Tabela 1.** Czynniki dyskwalifikujące pacjentów z zabiegu endowaskularnego.

Szyja tętniaka	
– długość	<10 mm
– średnica	>32 mm
– stożkowaty kształt (przy krótkiej szyi)	>5 mm różnicy między średnicą proksymalnego a dystalnego końca szyi
– stopień zagięcia	> 75°
Obecność skrzepliny w szyi powyżej 60% jej obwodu	
Tętnice biodrowe wspólne i zewnętrzne	
średnica wewnętrzna	< 7 mm

38 (56,7%) zaś do III grupy wg ASA (The American Society of Anesthesiologists. 8 pacjentów (12%) miało ryzyko operacyjne III/IV i IV wg ASA. Tabela nr 3 przedstawia liczbę pacjentów w każdej z grup ryzyka wg ASA.

Typ A (wg Eurostar) tętniaka aorty brzusznej rozpoznano u 8 chorych. Najczęściej TAB obejmował rozwidlenie aorty (typ B) u 17 pacjentów i schodził na początkowy odcinek tętnic biodrowych (typ C) u 22 pacjentów (Tab. 4).

Uwidocznienie dwóch lub jednej tętnicy nerkowej możliwe było: w USG w 53,7% (36 pacjentów), oraz we wszystkich badaniach spiralnej TK, rekonstrukcji wtórnych i w angiografii. W 3 przypadkach w badaniu angiograficznym i w 6 w badaniach TK i 3d angio-TK nie można było ocenić odejścia jednej z tętnic nerkowych. Rycina 2 przedstawia skuteczność poszczególnych metod w uwidocznieniu tętnic nerkowych.

Wykonane u wszystkich pacjentów badania diagnostyczne pozwoliły nam ocenić ich skuteczność w podejmowaniu decyzji o wyborze leczenia (chirurgiczne czy endowaskularne) oraz ustalić ich wartość w obrazowaniu morfologii TAB w kwalifikacji do zabiegu endowaskularnego.

Porównanie rekonstrukcji obrazu w badaniu angio TK (2D i 3D angio-TK) z pozostałymi metodami w ocenie poszczególnych parametrów anatomii tętniaków zebrano w Tabelach 5, 6, 7. Elementy przedzabiegowej oceny morfologii TAB zgrupowano w 3 bloki:

- parametry oceniające szyję tętniaka
- parametry oceniające worek tętniaka
- parametry oceniające tętnice biodrowe i inne pnie naczyniowe odchodzące od aorty.

Table 3. Groups of operative risk according to ASA.**Tabela 3.** Liczba pacjentów w poszczególnych grupach ryzyka operacyjnego wg ASA.

I	II	III	III/IV	IV	V
0	21	38	5	3	0
0%	31,3%	56,7%	7,5%	4,5%	0%

Table 2. Co-existent diseases and risk factors.**Tabela 2.** Stwierdzone choroby współistniejące i czynniki ryzyka miażdżycy.

Choroby współistniejące i czynniki ryzyka	Liczba pacjentów	%
Cukrzyca	8	11,9
POCHP	14	20,9
Choroba wieńcowa	33	49,3
Przebyty zawał mięśnia sercowego w wywiadzie	9	13,4
Udar mózgu w wywiadzie	5	7,5
Nadciśnienie	36	53,7
Nikotynizm	34	50,7
Hiperlipidemia	25	37,3
Otyłość	14	20,8

Omówienie

Sukces endowaskularnego leczenia TAB uzależniony jest od właściwego doboru pacjentów. Kwalifikacja ta opiera się przede wszystkim na wynikach badań obrazowych. Spiralna TK oraz angiografia (DSA) stanowiły wzajemnie uzupełniające się metody w ocenie długości i średnicy szyi tętniaków. Skośny przebieg szyi utrudniał prawidłową ocenę jej długości oraz średnicy w spiralnej TK, dokładną ocenę szyi umożliwiała wówczas rekonstrukcja 3D. W 10 przypadkach (14,9%) ocena miejsca początku tętniaka w oparciu tylko o badanie angiograficzne była niemożliwa z powodu skrzepliny przysiennej wypełniającej światło aorty. Przy prawidłowym uwidocznieniu tętnic nerkowych rekonstrukcje 3D wykazują, według nas, największą przydatność w ocenie długości szyi (ryc. 3). Kritchpacha i wsp. uważają tę metodę za dokładnie obrazującą odcinek aorty poniżej tętnic nerkowych [4]. Natomiast obecność skrzepliny w szyi TAB zaniżającej jej średnicę, ogranicza wartość zarówno 3D angio TK jak i DSA w ocenie tego parametru. Zdecydowanie najskuteczniej średnicę szyi można ocenić na podstawie skanów w spiralnej TK i reformowanych rekonstrukcji 2D (MPR). Kritchpacha podkreśla konieczność doboru protezy, której średnica będzie większa od zmierzonej o ok.15–20% [4]. Wartość spiralnej TK i możliwość szybkiego uzyskania rekonstrukcji 2D i 3D, zwiększa jej skuteczność również w diagnostyce pękniętego TAB [5]. Willmann i wsp. uważają, że dzięki tej metodzie

Table 4. Types of AAA according to Eurostar at diagnosed patients.**Tabela 4.** Występowanie poszczególnych typów TAB wg Eurostar u diagnozowanych pacjentów.

Typ TAB	A	B	C	D	E
Liczba	8	17	22	12	8
%	12	25,3	32,8	17,9	12

Table 5. Evaluation of length and diameter of neck/sac of abdominal aortic aneurysms.**Tabela 5.** Wartość poszczególnych metod w ocenie długości i średnicy szyi oraz worka tętniaka.

Ocena szyi TAB	USG	Angiografia	Spiralna TK	2D i 3D angio-TK
Długość	-/+	++	++	++/+++
średnica	+/++	++	+++	++
Skrzeplina	++	-	+++	+++
Ocena worka TAB	USG	Angiografia	Spiralna TK	2D i 3D angio-TK
Długość	++	++	++	++/+++
średnica	++	+	++	++
Skrzeplina	++/+++	-	+++	++

Table 6. Assessment of branches of the abdominal aorta.**Tabela 6.** Ocena morfologii naczyń odchodzących od aorty.

Naczynia odchodzące od aorty	USG	Angiografia	Spiralna TK	2D i 3D angio-TK
Tętnica kręzkowa górna	++	+++	+++	+++
Tt. nerkowe	-/+	+++	++/+++	++/+++
Tętnica kręzkowa dolna	+/++	+++	++	++/+++
Tt. biodrowe wspólne	+/++	++	++	+++
Tt. biodrowe zewnętrzne	+	++	++	+++

Table 7. Demonstrating and estimation of bend degree in abdominal aortic aneurysm.**Tabela 7.** Uwidocznienie i ocena stopnia zagięcia (istotnego) na poszczególnych poziomach TAB.

Ocena stopnia zagięcia aorty	USG	Angiografia	Spiralna TK	2D i 3D angio-TK
Szyja	-/+	++/+++	+	+++
Worek	+	++/+++	+	+++
Tt. biodrowe	+	++	+	+++

Legenda do Tabel 5, 6, 7.

- (-) metoda nieprzydatna

- (+) metoda o małej przydatności (skuteczna tylko w ocenie jednego z 3 ocenianych grup parametrów)

- (++) metoda prawidłowo oceniająca dwie z trzech ocenianych grup parametrów

- (+++) metoda o wysokiej przydatności w ocenie wszystkich ocenianych parametrów morfologii TAB

będzie możliwe częstsze przeprowadzenie zabiegu endowskularnego u pacjentów z pękniętym TAB [5,6]. Metoda ta jest też preferowana w pozabiegowej długoplanowej ocenie prawidłowości ufiksowania stent-graftu. Jej przewaga nad łatwiej dostępną ultrasonografią wynika z faktu większej czułości w wykryciu przecieków [2,7].

W kwalifikacji do zabiegu wewnątrznaczyniowego informacja o stanie tętnic nerkowych i ich stosunku do tętniaka (ustalenie długości szyi TAB) ma nadrzędne znaczenie [8].

Zarówno aksjalne skany spiralnej TK (sTK), 3D angio-TK jak i DSA pozwoliły we wszystkich przypadkach uwidocznienie i ocenić drożność tętnic nerkowych, tętnicy kręzkowej górnej oraz tętnic biodrowych. Metodą najlepszą w ocenie

tętnic nerkowych okazała się angiografia (Ryc. 2). Jej główną zaletą jest dobre uwidocznienie i ocena ewentualnego zwężenia odchodzących od aorty tętnic nerkowych, kręzkowych i biodrowych (ryc. 4). Angiografia w kwalifikacji do stentowania TAB pozwala także wykazać wyłączenie z krążenia tętnicy kręzkowej dolnej (TKD) lub tętnic biodrowych wewnętrznych. Zachowany przepływ w tych naczyniach może się bowiem wiązać z powikłaniami po implantacji stent-graftu (przeciek typu II) [9].

Rekonstrukcje przestrzenne były nieznacznie mniej czułe w zobrazowaniu odejścia tętnic nerkowych. U 6 (8,9%) pacjentów uwidoczniono odejście tylko jednej tętnicy nerkowej (ryc. 6). Może być to związane z zależnym od wielu czynników (anatomicznych i technicznych) stopniem

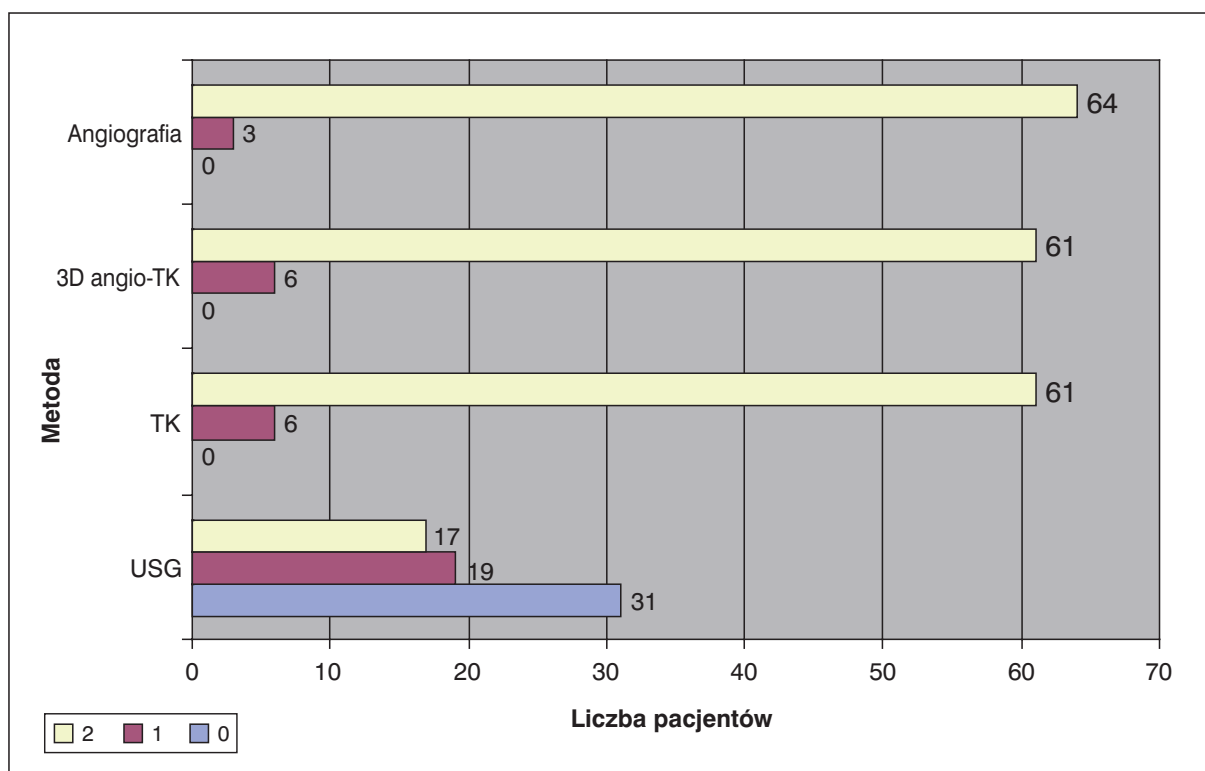


Figure 2. Demonstrating the renal arteries (two-2, one-1, or none-0) in applied diagnostic methods.

Rycina 2. Uwidocznienie tętnic nerkowych (dwóch-2, jednej-1 lub żadnej-0) w zastosowanych metodach diagnostycznych.

wypełnienia naczyń przez środek cieniujący. Jednak lepsza ocena przestrzennej budowy TAB, sprawia, że próbuje się zrezygnować z badania angiograficznego i jako mniej obciążającą alternatywę stosować tylko spiralną TK z rekonstrukcjami wtórnymi (2D i 3D angio-TK) w przedoperacyjnej ocenie tętniaków [10].

Natomiast w USG dwie lub jedną tętnicę nerkową udało się uwidocznić zaledwie u 36 pacjentów (53,7%) (ryc. 2). W pozostałych przypadkach pośrednio poprzez uwidocznienie tętnicy kręzkowej górnej w projekcji strzałkowej próbowano ustalić długość szyi tętniaka. Pomiary takie są obciążone większym ryzykiem błędu z uwagi na osobniczo zmienną odległość tętnica kręzkowa górna-tętnice nerkowe (średnio 1–1,5 cm)

Angiografia uważana była do niedawna uważana za „złoty standard” w obrazowaniu morfologii TAB [11]. Uznaje się ją za najlepszą metodę obrazowania morfologii odchodzących od aorty naczyni [12] (ryc. 5a). W wielu ośrodkach jest nadal nieodzownym elementem w kwalifikacji do leczenia wewnątrznacyniowego [13,14], chociaż jej znaczenie zmalało z uwagi na inwazyjność i konieczność dotętnicznego podania środka kontrastowego. W niektórych przypadkach ograniczenia pomiarowe zarówno w TK (kręty, skośny przebieg naczyń) jak i w angiografii (efekt przyściennej skrzepliny) oraz rozbieżność pomiarów uzyskanych w tych badaniach sprawiają, że żadna z tych metod nie powinna być zastosowana jako jedyna w kwalifikacji do zabiegu wewnątrznacyniowej implantacji protezy naczyniowej [15]. W tym miejscu upatruje się możliwość skutecznego uzupełnienia tych badań lub nawet zastąpienia ich przez

angiografię TK w dokładnym zobrazowaniu parametrów przedzabiegowej oceny TAB.

Badanie ultrasonograficzne jest natomiast najczęściej stosowaną metodą w rozpoznawaniu TAB, ocenie postępu choroby i w długotrwałej kontroli po leczeniu zabiegowym [16,17]. Jej zastosowanie w kwalifikacji do leczenia endowaskularnego jest jednak ograniczone (ryc. 2, tab. 5,6,7). Wynika to głównie z faktu, iż obecność gazów jelitowych (nieprzygotowanie pacjenta) lub otyłość utrudniają poprawne ustalenie wymiarów tętniaka. Często (do 50% przypadków) długość szyi tętniaka mierzona jest w sposób pośredni – od tętnicy kręzkowej górnej, ponieważ ww. czynniki uniemożliwiają uwidocznienie tętnic nerkowych. Natomiast Fox i wsp. stwierdzili, że wartość badania USG w ocenie skrzepliny przyściennej, średnicy szyi i średnicy dystalnego odcinka niezajętej aorty (dystalna szyja), nie ustępuje nawet wynikom uzyskanym w MRI [18].

Łatwa dostępność i nieinwazyjność badania ultrasonograficznego, sprawiają, że jest ona powszechnie wykorzystywana. W naszym ośrodku badanie USG przeprowadzamy przed wypisaniem pacjenta oraz w 3 miesiącu po zabiegu. Dodatkowo zastosowanie funkcji kolorowego Dopplera poprawia możliwość oceny parametrów przepływu naczyniowego (drożności tętnic biodrowych, obecności przecieków).

Wartość ultrasonografii upatruje się w pozabiegowej ocenie poprawności założonej protezy naczyniowej [1,19–21]. Szczególnie wprowadzenie do diagnostyki ultrasonograficznej środków kontrastowych może okazać się sku-



Figure 3. 3D reconstructions in spiral computerized tomographic angiography: volume rendering (A, B) of abdominal aortic aneurysm before endoluminal repair.
Rycina 3. Rekonstrukcje 3D angio TK – Volume Rendering (A,B) tętniaka aorty brzusznej przed planowanym zabiegiem przezskórnej implantacji stent-graftu.

teczną metodą w ocenie chorych z TAB i być podstawą do wdrożenia tej metody diagnostycznej, jako najmniej obciążającej dla chorego i równocześnie najtańszej w monitorowaniu po leczeniu śródnaczyniowym.

Obrazowanie TAB metodą ultrasonografii stało się podstawowym sposobem w rozpoznawaniu i ocenie zaawansowania choroby. Liczne badania dowiodły, że USG zastosowana w skriningu TAB jest najbardziej ekonomiczną i efektywną metodą [22,23]. Wraz z rozwojem nowych metod diagnozowania TAB przy użyciu fal ultradźwiękowych

tj. wewnątrznaczyniowe USG (IVUS), 3D USG, wielu badaczy stara się ocenić ich skuteczność w obrazowaniu morfologii tętniaków aorty brzusznej [24–28]. Metoda donaczyniowego wprowadzenia głowicy USG (IVUS) stosowana jest od niedawna. Niewątpliwie jej zaletami są bardzo wysoka jakość rozdzielcza uzyskana dzięki zastosowaniu głowic o częstotliwościach od 15 do 20 MHz. Pociąga to za sobą ograniczenie penetracji wiązki ultradźwięków do kilku centymetrów. Jednak miniaturyzacja sprzętu pociągnęła za sobą znaczne zwiększenie kosztów sprzętu, co ogranicza dostępność tej metody [25,27].



Figure 4. Digital subtraction angiography of abdominal aortic aneurysm before (A) and after (B) endovascular graft procedure.
Rycina 4. Cyfrowa angiografia subtrakcyjna tętniaka aorty brzusznej przed (A) i po (B) zabiegu implantacji stent-graftu.

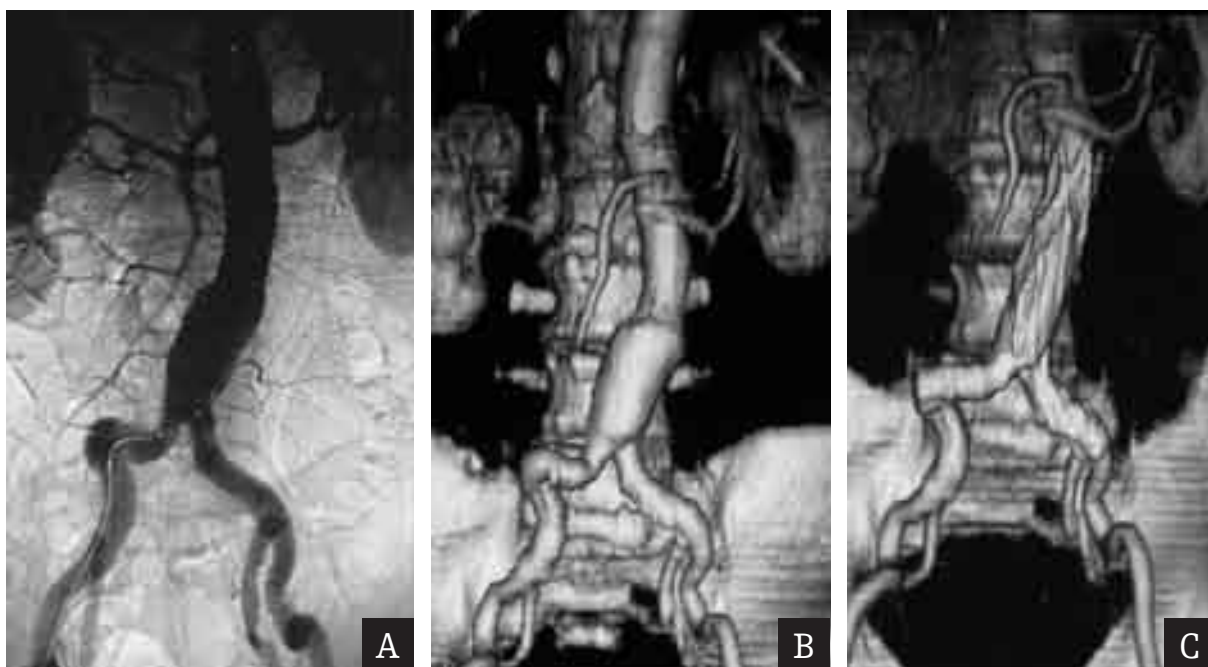


Figure 5. Digital subtraction angiography and 3D CTA: volume rendering before (A,B) and after (C) endovascular graft procedure.

Rycina 5. Cyfrowa angiografia subtrakcyjna i rekonstrukcje 3D angio TK – Volume Rendering tętniaka aorty brzusznej przed (A,B) i po (C) zabiegu przezskórnej implantacji stent-graftu.

Ocena przebiegu i wewnętrznej średnicy tętnicy biodrowej wspólnej i zewnętrznej, jak i ustalenie całkowitej długości poszerzonej aorty jest warunkiem podstawowym dla prawidłowego założenia systemu wprowadzającego protezę naczyniową [3,13,29,30]. Trójwymiarowe rekonstrukcje (SSD, VR i MIP) w dokonanych pomiarach dokładniej niż obrazy angiograficzne (A-P i boczne), czy poprzeczne skany w spiralnej TK, określały średnicę wewnętrzną tętnic biodrowych (Tab. 6), a przede wszystkim stopień zagięcia tych naczyń (Tab. 7).

W przypadku zagięcia szyi tętniaka, a także krętego przebiegu tętnic biodrowych wspólnych i zewnętrznych, aksjalne skany odzwierciedlają nie prostopadły, ale skośny w stosunku do osi długiej przekrój naczynia [4,31]. Wolf i wsp. dowiedli, że nieprawidłowa ocena stopnia zagięcia tętnic biodrowych wiąże się z trudnościami podczas zabiegu implantacji tzn. dłuższym czasem ekspozycji na promieniowanie, większym zużyciem środka cieniującego oraz bardziej skomplikowaną procedurą cewnikowania naczynia, chociaż nie ma wpływu na liczbę ogólnych powikłań [32]. Obrazy 3D umożliwiały najdokładniejszy pomiar stopnia zagięcia zarówno szyi TAB jak i tętnic biodrowych. DSA dla prawidłowego zobrazowania często krętego przebiegu naczyń wymagała wykonania niekiedy serii zdjęć bocznych i skośnych. Ponadto obrazy angiograficzne przy obecności przyściennej skrzepliny oraz znacznie nasilonych zmianach miażdżycowych w tętnicach biodrowych, uwidaczniały tylko wewnętrzny przekrój naczynia.

Zobrazowanie stanu tętnic biodrowych i udowych (ich przebiegu, poszerzenia, stopnia zagięcia) jest ważne, gdyż przeprowadzenie zabiegu endowaskularnego zależy ściśle

od możliwości dostępu do TAB poprzez tętnice udowe i biodrowe (ryc. 5, 6). Większość obecnie stosowanych systemów wprowadzających ma średnicę 20–27F [33]. Zwężenia miażdżycowe w tętnicach biodrowych oraz ich nadmierne kręte przebiegi często uniemożliwiają implantowanie zestawu do tętniaka. Nie ma ustalonej minimalnej średnicy tętnicy biodrowej zewnętrznej, która wyklucza użycie stent-graftu, ale średnica poniżej 7 mm jest względnym przeciwwskazaniem (ze względu na średnicę zestawu wprowadzającego) do leczenia wewnątrznaczyniowego [33,34]. Za odpowiednią uznaje się średnicę ok. ≥ 7 mm w obrębie tętnic biodrowych zewnętrznych [33,34]. Wąskie tętnice biodrowe muszą zostać poddane angioplastyce (lub należy chirurgicznie doszyć rąbek naczyniowy umożliwiając wprowadzenie zestawu ze stent-graftem).

Istnieje tendencja do upraszczania i ujednolicania zarówno stosowanych do postępowania leczniczego materiałów, jak i wykonywanych przed zabiegiem koniecznych badań diagnostycznych. Ideałem byłoby zastosowanie jednej metody wystarczająco czułej, specyficznej i taniej.

Spiralna tomografia komputerowa jest obecnie podstawową metodą w ocenie morfologii TAB i w wyborze sposobu leczenia – operacyjnego lub wewnątrznaczyniowego. Jej dodatkową zaletą jest możliwość uzyskania dwu- i trójwymiarowych rekonstrukcji obrazu TAB, które dostarczają więcej informacji, niż skany w płaszczyźnie poprzecznej. Z doniesień wielu badaczy, a także z naszego doświadczenia wynika, że rekonstrukcje multiplanarne, SSD, MIP, VR w sposób uzupełniający pomagają ustalić dokładną morfologię TAB i mogą być podstawą do podjęcia decyzji o endowaskularnym leczeniu TAB.

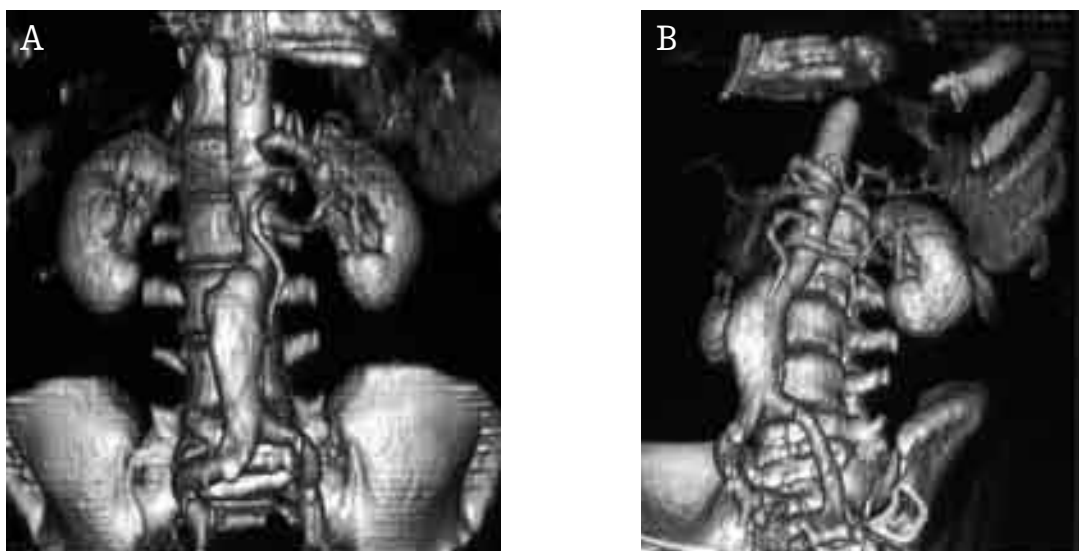


Figure 6. 3D volume-rendering reconstructions in spiral computerized tomographic angiography.
Rycina 6. Rekonstrukcje 3D angio TK – Volume Rendering tętniaka aorty brzusznej.

Autorzy nie poddawali ocenie TAB w angiografii rezonansu magnetycznego (MRA), aczkolwiek obecne doniesienia potwierdzają wysoką użyteczność tej metody w ustaleniu morfologii TAB [35,36].

Coraz częściej nowoczesne skanery TK wyposażone są w oprogramowanie umożliwiające, na podstawie rekonstrukcji 3D w spiralnej TK, stworzenie wektorowych obrazów tętniaka, które są matematycznym odlewem wnętrza poszerzonej aorty. Dzięki nim możemy zaprojektować dokładny model stent-graftu z wiernym oddaniem zarówno struktury przestrzennej jak i wymiarów protezy [37–41]. Proces ten z powodzeniem może być przeprowadzany na komputerach klasy PC, przez co jest tani i łatwo dostępny. Stwarza to możliwość zastosowania tej metody nawet w starszych typach aparatów TK nie wyposażonych w odpowiednie oprogramowanie.

Coraz więcej ośrodków wyposażonych jest w wielorzędowe aparaty TK, umożliwiające uzyskanie wysokiej jakości obrazów, zarówno aksjalnych jak i rekonstrukcji wtórnych. Jednak jeszcze przez wiele lat spiralne systemy jednorzędowe będą stanowiły podstawę wyposażenia większości pracowni diagnostycznych. Mimo, że tomografia wielorzędowa lepiej obrazuje odejście pni naczyniowych od aorty, to jednak wydaje się, że rodzaj aparatu nie ma zasadniczego wpływu na wyniki kwalifikacji pacjentów do leczenia wewnątrznaczyniowego TAB [42].

Wnioski

3D angio-TK w porównaniu z rutynowo przeprowadzanymi badaniami oceniającymi morfologię TAB -USG, sTK, DSA- daje dokładny obraz anatomiczny tętniaka i w naszej ocenie jest wartościową metodą obrazowania TAB zarówno w ustaleniu sposobu leczenia (chirurgiczne, endowaskularne), jak i w kwalifikacji do wewnątrznaczyniowej implantacji stent-graftu.

USG jest doskonałym narzędziem w rozpoznawaniu i ocenie postępu choroby. Dostarcza jednak mniej informacji niż pozostałe oceniane metody na temat morfologii TAB, kluczowych dla podjęcia decyzji o stentowaniu. Dlatego jak dotąd nie znalazła miejsca w algorytmie postępowania diagnostycznego kwalifikującego do przezskórnej implantacji stent-graftu.

Badanie 3D angio-TK w rekonstrukcjach powierzchniowych nie może być rozpatrywane bez standardowych aksjalnych skanów TK, ponieważ dostarczają one najwięcej informacji o ścianie aorty (zwapnienia, przyścienna skrzeplina, pęknięcie, rozwarstwienie).

Zastosowanie odpowiedniego oprogramowania umożliwiającego zaprojektowanie stent-graftu umożliwi pełną ocenę morfologii TAB i dobór odpowiedniej protezy naczyniowej jedynie na podstawie obrazów 3D angio-TK.

Piśmiennictwo

1. Beebe HG: Imaging modalities for aortic endografting. *J Endovasc Surg*, 1997; 4: 111–23.
2. Yano OJ, Marin M, Hollier L: Patient selection for endovascular repair of aortoiliac aneurysms. *Cardiovasc Surg*, 2000; 8: 340–9.
3. Schumacher H, Eckstein HH, Kallinowski F et al: Morphometry and classification in abdominal aortic aneurysms: patient selection for endovascular and open surgery. *J Endovasc Surg*, 1997; 4: 39–44.
4. Kritpracha B, Wolfe J, Beebe HG: CT artifacts of the proximal aortic neck: an important problem in endograft planning. *J Endovasc Ther*, 2002; 9: 103–10.
5. Lachat M, Pfammatter T, Bernard E et al: Successful endovascular repair of a leaking abdominal aortic aneurysm under local anesthesia. *Swiss Surg*, 2001; 7: 86–9.
6. Willmann JK, Lachat ML, von Smekal A et al: Spiral-CT angiography to assess feasibility of endovascular aneurysm repair in patients with ruptured aortoiliac aneurysm. *Vasa*, 2001; 30: 271–6.

7. Armerding MD, Rubin GD, Beaulieu CF et al: Aortic aneurysmal disease: assessment of stent-graft treatment-CT versus conventional angiography. *Radiology*, 2000; 215: 138-46.
8. Bayle O, Branchereau A, Rosset E et al: Morphologic assessment of abdominal aortic aneurysms by spiral computed tomographic scanning. *J Vasc Surg*, 1997; 26: 238-46.
9. van Marrewijk C, Buth J, Harris PL et al: Significance of endoleaks after endovascular repair of abdominal aortic aneurysms: The EUROSTAR experience. *J Vasc Surg*, 2002; 35: 461-73.
10. Beebe HG, Kritpracha B, Serres S et al: Endograft planning without preoperative arteriography: a clinical feasibility study. *J Endovasc Ther*, 2000; 7: 8-15.
11. Carriero A, Iezzi A, Magarelli N et al: Magnetic resonance angiography and colour-Doppler sonography in the evaluation of abdominal aortic aneurysms. *Eur Radiol*, 1997; 7: 1495-500.
12. Shin CK, Rodino W, Kirwin JD et al: Can preoperative spiral CT scans alone determine the feasibility of endovascular AAA repair? A comparison to angiographic measurements. *J Endovasc Ther*, 2000; 7: 177-83.
13. Armon MP, Whitaker SC, Gregson RH et al: Spiral CT angiography versus aortography in the assessment of aortoiliac length in patients undergoing endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *J Endovasc Surg*, 1998; 5: 222-7.
14. Thurnher SA, Dorffner R, Thurnher MM et al: Evaluation of abdominal aortic aneurysm for stent-graft placement: comparison of gadolinium-enhanced MR angiography versus helical CT angiography and digital subtraction angiography. *Radiology*, 1997; 205: 341-52.
15. Resch T, Ivancev K, Lindh M et al: Abdominal aortic aneurysm morphology in candidates for endovascular repair evaluated with spiral computed tomography and digital subtraction angiography. *J Endovasc Surg*, 1999; 6: 227-32.
16. Pages S, Favre JP, Cerisier A et al: Comparison of color duplex ultrasound and computed tomography scan for surveillance after aortic endografting. *Ann Vasc Surg*, 2001; 15: 155-62.
17. Lee WA, Wolf YG, Fogarty TJ et al: Does complete aneurysm exclusion ensure long-term success after endovascular repair? *J Endovasc Ther*, 2000; 7: 494-500.
18. Fox AD, Whiteley MS, Murphy P et al: Comparison of magnetic resonance imaging measurements of abdominal aortic aneurysms with measurements obtained by other imaging techniques and intraoperative measurements: possible implications for endovascular grafting. *J Vasc Surg*, 1996; 24: 632-8.
19. Wolf YG, Johnson BL, Hill BB et al: Duplex ultrasound scanning versus computed tomographic angiography for postoperative evaluation of endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg*, 2000; 32: 1142-8.
20. Rozenblit AM, Patlas M, Rosenbaum AT et al: Detection of Endoleaks after Endovascular Repair of Abdominal Aortic Aneurysm: Value of Unenhanced and Delayed Helical CT Acquisitions. *Radiology*, 2003; 227: 426-33.
21. McLafferty RB, McCrary BS, Mattos MA et al: The use of color-flow duplex scan for the detection of endoleaks. *J Vasc Surg*, 2002; 36: 100-4.
22. Powell JT, Greenhalgh RM: Clinical practice. Small abdominal aortic aneurysms. *N Engl J Med*, 2003; 348: 1895-901.
23. Haveman JW, Karliczek A, Verhoeven E et al: Multicentre Aneurysm Screening Study (MASS). *Lancet*, 2003; 361: 1058.
24. Leotta DF, Paun M, Beach KW et al: Measurement of abdominal aortic aneurysms with three-dimensional ultrasound imaging: preliminary report. *J Vasc Surg*, 2001; 33: 700-7.
25. van Essen JA, van der LA, Gussenhoven EJ et al: Intravascular ultrasonography allows accurate assessment of abdominal aortic aneurysm: an in vitro validation study. *J Vasc Surg*, 1998; 27: 347-53.
26. White RA, Donayre C, Kopchok G et al: Intravascular ultrasound: the ultimate tool for abdominal aortic aneurysm assessment and endovascular graft delivery. *J Endovasc Surg*, 1997; 4: 45-55.
27. van Essen JA, Gussenhoven EJ, Blankensteijn JD et al: Three-dimensional intravascular ultrasound assessment of abdominal aortic aneurysm necks. *J Endovasc Ther*, 2000; 7: 380-8.
28. Garret HE, Jr, Abdullah AH, Hodgkiss TD et al: Intravascular ultrasound aids in the performance of endovascular repair of abdominal aortic aneurysm. *J Vasc Surg*, 2003; 37: 615-8.
29. Tillich M, Hill BB, Paik DS et al: Prediction of aortoiliac stent-graft length: comparison of measurement methods. *Radiology*, 2001; 220: 475-83.
30. Willmann JK, Wildermuth S, Pfammatter T et al: Aortoiliac and renal arteries: prospective intraindividual comparison of contrast-enhanced three-dimensional MR angiography and multi-detector row CT angiography. *Radiology*, 2003; 226: 798-811.
31. Sternbergh WC, III, Carter G, York JW et al: Aortic neck angulation predicts adverse outcome with endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg*, 2002; 35: 482-6.
32. Wolf YG, Tillich M, Lee WA et al: Impact of aortoiliac tortuosity on endovascular repair of abdominal aortic aneurysms: evaluation of 3D computer-based assessment. *J Vasc Surg*, 2001; 34: 594-9.
33. Seelig MH, Oldenburg WA, Hakaim AG et al: Endovascular repair of abdominal aortic aneurysms: where do we stand? *Mayo Clin Proc*, 1999; 74: 999-1010.
34. Tillich M, Bell RE, Paik DS et al: Iliac arterial injuries after endovascular repair of abdominal aortic aneurysms: correlation with iliac curvature and diameter. *Radiology*, 2001; 219: 129-36.
35. Vosschenrich R, Fischer U: Contrast-enhanced MR angiography of abdominal vessels: is there still a role for angiography? *Eur Radiol*, 2002; 12: 218-30.
36. Nasim A, Thompson MM, Sayers RD et al: Role of magnetic resonance angiography for assessment of abdominal aortic aneurysm before endoluminal repair. *Br J Surg*, 1998; 85: 641-4.
37. Penney GP, Batchelor PG, Hill DL et al: Validation of a two- to three-dimensional registration algorithm for aligning preoperative CT images and intraoperative fluoroscopy images. *Med Phys*, 2001; 28: 1024-32.
38. Lermusiaux P, Leroux C, Tasse JC et al: Aortic aneurysm: construction of a life-size model by rapid prototyping. *Ann Vasc Surg*, 2001; 15: 131-5.
39. Subasic M, Loncaric S, Sorantin E: 3-D image analysis of abdominal aortic aneurysm. *Stud Health Technol Inform*, 2000; 77: 1195-200.
40. Huber A, Matzko M, Wintersperger BJ et al: [Reconstruction methods in postprocessing of CT- and MR-angiography of the aorta]. *Radiologe*, 2001; 41: 689-94.
41. Smith DB, Sacks MS, Vorp DA et al: Surface geometric analysis of anatomic structures using biquintic finite element interpolation. *Ann Biomed Eng*, 2000; 28: 598-611.
42. Gola M, Pacho R, Grabowska A et al: Single- and multi-row detector spiral ct in qualification of abdominal aortic aneurysms for endoluminal treatment. *Pol J Radiol*, 2004; 69(S1): 174.