

Rekanalizacja przewlekłej niedrożności tętnic kończyn dolnych z pomocą urządzenia CTO Crosser — doświadczenia własne

Recanalization of lower limb artery chronic total occlusion using a Crosser device — our own experience

Bogusław Rudel¹, Wacław Kuczmik²

¹Oddział Angiologii Szpitala Zakonu Bonifratrów w Krakowie (Department of Internal Medicine and Angiology, Brothers of Mercy St. John of God Hospital, Cracow, Poland)

²Klinika Chirurgii Ogólnej, Naczyniowej i Angiologii, Śląski Uniwersytet Medyczny (Department of General and Vascular Surgery, Silesian Medical University, Katowice, Poland)

Streszczenie

Wstęp: Przewlekła niedrożność (CTO) tętnic kończyn dolnych jest ciągle dużym wyzwaniem, najczęściej rekanalizację zamkniętego odcinka naczynia przeprowadza się sposobem subintymalnym, który nie zawsze jest skuteczny. Ciągłe trwa dyskusja, czy jednak rekanalizacja intraluminalna nie daje lepszych wyników odległych. Stosunkowo nowym urządzeniem do rekanalizacji intraluminalnej jest cewnik Crosser, skuteczność tego urządzenia została poddana ocenie w przedstawionym badaniu.

Materiał i metody: Poddano ocenie 10 przypadków użycia Crossera u chorych z CTO tętnic kończyn dolnych. W 7 przypadkach niedrożność zlokalizowana była w tętnicy udowej powierzchownej (SFA), w 1 — obejmowała SFA i tętnicę podkolanową, w 1 — tętnicę podkolanową i pień piszczelowo-strzałkowy oraz w 1 — tętnicę biodrową wspólną. U wszystkich chorych zabieg był wykonywany z powodu krytycznego niedokrwienia kończyny dolnej.

Wyniki: We wszystkich przypadkach skutecznie przeprowadzono cewnik przez CTO, jednak w jednym — cewnik przeprowadzono częściowo w przestrzeni subintymalnej. Nie odnotowano istotnych powikłań, perforacji i krwiaków.

Wniosek: Urządzenie Crosser jest skutecznym i bezpiecznym narzędziem umożliwiającym intraluminalną rekanalizację CTO w tętnicach kończyn dolnych.

Słowa kluczowe: miażdżycowa przewlekła niedrożność tętnicy (CTO), tętnica udowa powierzchowna (SFA), Crosser, angioplastyka

Chirurgia Polska 2011, 13, 2, 112–117

Abstract

Background: Endovascular treatment of lower limb artery chronic total occlusion (CTO) is still a great challenge. Although the subintimal method is used predominantly in order to pass through the occluded segment of an artery, this sometimes fails. Moreover, debate whether the intraluminal method gives far better results is still ongoing.

The aim of the study was to examine the efficacy of the CTO Crosser catheter which is a new device recommended for intraluminal recanalization of total chronic occlusion lesions.

Material and method: 10 cases of using a CTO Crosser device in recanalizing lower limb artery lesions were assessed. Of these, 7 cases of occlusions were localized in the superficial femoral artery (SFA), 1 case in the SFA and popliteal artery (PA), 1 case in the PA and tibio-peroneal trunk (TPT) and the final case in the common iliac artery (CIA). The reason for the patient's treatment was always critical limb ischemia.

Results: Although in all cases the catheter was successfully passed through the CTO lesions, in one case it partially passed through the subintimal space. Moreover, no serious complications, perforations and hematomas were observed.

Conclusion: A CTO Crosser is a safe and effective device for the recanalization of CTO lesions in lower limb arteries.

Key words: chronic total occlusion (CTO), superficial femoral artery (SFA), crosser, angioplasty

Polish Surgery 2011, 13, 2, 112–117

Wstęp

W dobie powszechnej akceptacji dla zabiegów wewnątrznacyniowych w leczeniu miażdżycy zarostowej tętnic kończyn dolnych, wyzwaniem dla operatora wykonującego zabiegi wewnątrznacyniowe jest długoodcinkowa przewlekła niedrożność tętnic kończyn dolnych (CTO, *chronic total occlusion*). Leczeniem rozległych niedrożności typu C lub D według klasyfikacji *Trans-Atlantic Inter-Society Consensus* (TASC II) z wyboru ciągle jest rewaskularyzacja chirurgiczna [1]. Podjęcie próby leczenia wewnątrznacyniowego długoodcinkowych (typ C i D), uwapnionych niedrożności w tętnicy udowej powierzchownej (SFA, *superficial femoral artery*) bywa przyczyną wielu problemów i niepowodzeń. Powikłania takie jak rozwarstwienie ściany utrudniające przepływ krwi lub perforacja tętnicy są stosunkowo często obserwowane [1, 2]. Przy użyciu standardowych narzędzi wewnątrznacyniowej interwencji (prowadników i cewników) rekanalizację niedrożności wykonuje się najczęściej za pomocą techniki subintymalnej [2–4]. W tej technice w zasadzie rozwarstwienie ściany tętnicy i wykreowanie przestrzeni subintymalnej nie stanowi zazwyczaj większego problemu, o tyle powrót do prawdziwego światła naczynia po pokonaniu zmiany, może okazać się trudny, zwłaszcza dla mniej doświadczonego operatora. Wypracowano niestandardowe techniki powrotu do światła tętnicy, takie jak nakłucie obwodowe tętnicy czy technika dwóch balonów, aby połączyć proksymalne światło fałszywe z obwodowym światłem prawdziwym tętnicy [5, 6]. Stworzono także specjalne urządzenia jak Outback, Pioneer czy SPOT System, aby poprzez przekłucie blaszki intymalnej powrócić prowadnikiem do światła prawdziwego tętnicy [7–11].

Pogląd, że najlepszym postępowaniem jest intraluminalne udrożnienie tętnicy w obrębie zatkanego światła, bez konieczności rozwarstwienia ściany, ma wielu zwolenników, chociaż wyniki badań nie wykazały jednoznacznie wyższości tej techniki. Przy użyciu standardowych narzędzi, jeśli zmiana jest długa i silnie uwapniona, zazwyczaj technika ta nie przynosi sukcesu i prowadnik wcześniej czy później rozwarstwa ścianę naczynia. Zatem zaprojektowano narzędzia pomagające pokonać niedrożność tętnicy intraluminalnie — cewniki: Frontrunner, Crosser czy Ocelot [12–14].

Celem przedstawionej pracy jest ocena skuteczności urządzenia Crosser w podjętych próbach rekanalizacji przewlekłych niedrożności tętnic kończyn dolnych.

Technika zabiegu

Zabiegi przeprowadzono w Pracowni Terapii Wewnątrznacyniowej Szpitala Zakonu Bonifratrów w Krakowie. Zasada działania urządzenia Crosser polega na wykorzystaniu drgań o wysokiej częstotliwości (ryc. 1). Urządzenie składa się z generatora, którego częścią jest kryształ piezoelektryczny wytwarzający drgania wysokiej częstotliwości (20 000 cykli/s). Drgania przenoszone są na mikrocewnik, którego metalowa końcówka działa, w dużym uproszczeniu jak „młot pneumatyczny”, przekazuje energię na głębokość 20 μm i niszczy strukturę blaszki

Introduction

Despite the widespread acceptance of intravascular treatment for peripheral arterial disease, chronic total occlusion of an artery still remains a challenge for surgeons, especially when the occluded segment is long. According to the TASC II classification, surgical treatment is preferred for long occlusions of type C and D [1]. Trials of the endovascular treatment of long (type C and D), calcified occlusions of the superficial femoral artery (SFA) are often unsuccessful with complications, such as vessel wall dissection with blood flow reduction or even wall perforation, being observed [1, 2]. The subintimal technique using standard interventional devices (catheters and guide wires) [2–4] is the preferred method. In this technique, although dissection of the vessel wall with a guide wire and the creation of a subintimal space is not usually a problem, re-entry to the lumen of the vessel can be difficult, even for an experienced surgeon. There are, however, some unconventional techniques which help one access the lumen of the artery i.e. peripheral puncture of the artery or the two balloons technique, to connect the proximal subintimal space with the distal true lumen of the artery [5, 6]. Special devices as the Outback, Pioneer or SPOT systems have been invented to help to achieve the true lumen of the vessel, by controlled puncture of the intimal layer of an artery [7–11].



Rycina 1. Urządzenie Crosser
Figure 1. Device Crosser

miażdżycowej, pokonując niedrożność. Wewnątrz cewnika znajduje się przewodnik o średnicy 0,014", który w ten sposób zostaje przeprowadzony przez zmianę. Drgania końcówki cewnika są częściowo przekształcane w energię cieplną, dlatego cewnik posiada system chłodzenia, wykorzystujący schłodzoną sól fizjologiczną, o przepływie 18 ml/min. Ciecz ta jest też wykorzystywana w wytworzeniu zjawiska tak zwanej mikrokawitacji, osłabiającej dodatkowo strukturę blaszki miażdżycowej. Crosser wykorzystuje dwa rodzaje cewników o systemie transportu przewodnika OTW lub Rx. Crosser występuje w wersji przeznaczonej do tętnic powyżej trójpodziału tętnicy podkolanowej i do tętnic podudzia. Jednorazowy cewnik jest połączony z urządzeniem generującym drgania za pomocą specjalnego portu. Do wprowadzenia cewnika używa się koszulki wprowadzającej o średnicy światła co najmniej 5F. Dodatkowo można wykorzystać zestaw cewników „podpierających” kompatybilnych z koszulką wprowadzającą 7F — MicroShetahXL i MicroSheathXL Tapered, o kształcie końcówki prostym i zakrzywionym. Ukształtowanie końcówki cewnika pozwala nadać odpowiedni kierunek przechodzenia przez zmianę.

Material i metody

W okresie od 06.06.2011 do 28.09.2011 w Pracowni Terapii Endowaskularnej Szpitala Zakonu Bonifratrów w Krakowie wykonano zabiegi wewnątrznaczyniowego udrożnienia tętnicy u 10 chorych z wykorzystaniem urządzenia Crosser. W tej grupie znajdowali się chorzy w wieku 56–78 lat, u wszystkich obserwowano objawy krytycznego niedokrwienia kończyn dolnych. Objawy kliniczne niedokrwienia obejmowały bóle stałe lub nocne kończyn, z towarzyszącymi zmianami troficznymi. U 7 chorych zaopatrzone niedrożność SFA (ryc. 2A, B). W jednym przypadku niedrożność obejmująca SFA i tętnicę podkolanową, w kolejnym przypadku niedrożność tętnicy podkolanowej i pnia piszczelowo-strzałkowego. U innego chorego, zachęceniu wcześniejszym dobrym doświadczeniem autorzy podjęli próbę udrożnienia, niejako poza klasycznymi wskazaniami wynikającymi z instrukcji, niedrożność tętnicy biodrowej wspólnej. Do zabiegów wybrano chorych z długoodcinkowymi i silnie uwapnionymi niedrożnościami o długości od 100 do 210 mm, średnio 140 mm. Dostęp do układu tętniczego uzyskano przez umieszczenie koszulki wprowadzającej w tętnicy udowej wspólnej po stronie zmiany, wprowadzanej zgodnie z strumieniem krwi w zabiegach poniżej więzadła pachwinowego i wstecznie w przypadku zabiegu na tętnicy biodrowej wspólnej. Przy pokonywaniu zmian cewnikiem Crosser najczęściej posługiwano się przewodnikiem 0,014" Pilot 150.

Wyniki

Badanej grupie chorych w 100% przypadków udało się, za pomocą cewnika Crosser, zrekanalizować CTO. W jednym przypadku (10%) cewnik częściowo został przeprowadzony przez ścianę tętnicy, w pozostałych cewnik udało się przeprowadzić w całości intraluminalnie

Although the idea that the intraluminal recanalization of an occluded vessel seems to be the best treatment has many supporters, there is no evidence for the superiority of this technique. Indeed, when the lesion is long and calcified this technique often fails while the guide wire sooner or later dissects the vessel wall. Therefore, special devices, such as the Frontrunner, Crosser or Ocelot catheters, have been invented to help pass through intraluminal lesions [12–14].

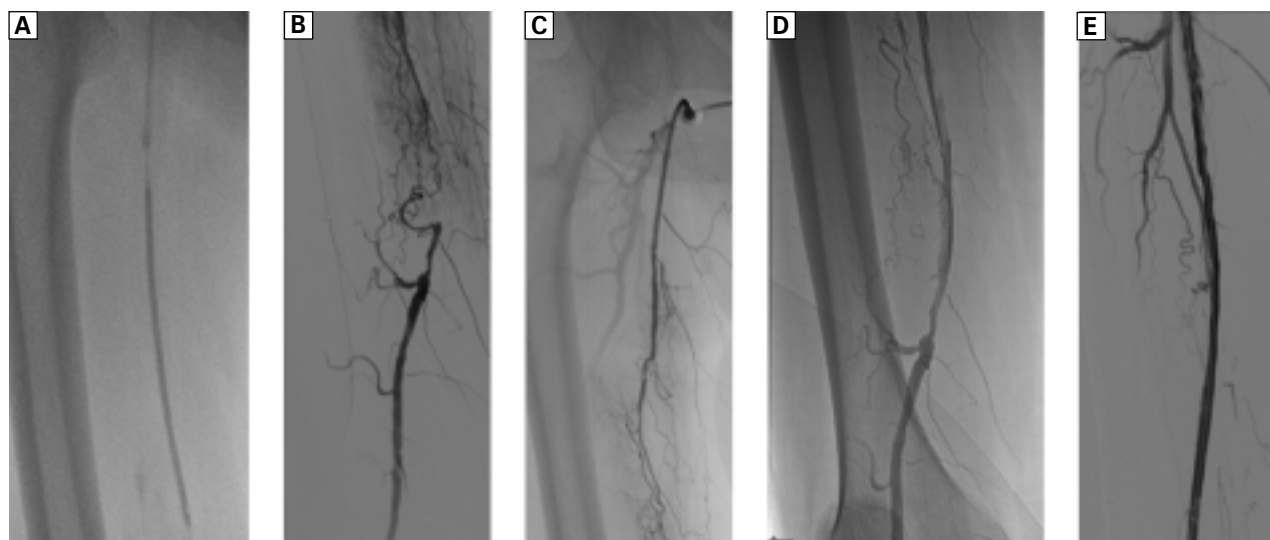
The aim of this trial was an assessment of the efficiency of using a Crosser device in the recanalization of chronic total artery occlusion in lower limb peripheral arterial disease.

Technique of procedure

The procedures were performed in the Endovascular Treatment Ward of the Brothers of Mercy St. John of God Hospital in Cracow. We used the Crosser CTO recanalization system, a new vibrational device consisting of an external generator and a vibrational catheter (Fig. 1). The generator contains piezoelectric crystals which convert high-frequency current into vibrational energy (20,000 cycles/s). This vibrational energy is then transmitted along the catheter to a metallic tip which works like a "pneumatic hammer", creating a short longitudinal stroke which fragments occlusive tissue by mechanical impact, 20 µm depth, and across the lesion. A guide wire of 0.014" in diameter is then loaded into the catheter and in this way it passes through the occluded section of the artery. As the vibrational energy is partially transformed into heat, a cooling system, using a continuous flush of cold saline 18 ml per minute, is constructed. Moreover, the saline flush also creates a cavitation syndrome and weakens the structure of the atheromatic plaque. There are two types of catheters: one dedicated to the femoral and popliteal arteries and the other to arteries below the knee, both with the OTW and Rx system of transport. A sterile catheter is connected to a non-sterile transducer by a special port while the minimum size of an introductory sheath for the Crosser catheter is 5F. In addition, two kinds of support catheters are available; the MicroSheathXL and the MicroSheathXL Tapered, are both straight and vertebral, compatible with a 7F introductory sheath and designed to better steer and support the Crosser catheter.

Material and methods

From 06/06/2011 to 09/28/2011, ten endovascular recanalizations of chronic total occluded arteries were performed in our clinic using a Crosser device. The procedures were carried out in group of 10 PAD patients, aged 58–78, with critical limb ischemia. The clinical symptoms were as follows: persistent pain, night pain or ulceration. In 7 cases occlusion of the superficial femoral artery (SFA) was treated (Fig. 2A, B). In 1 case occlusion involved the SFA and popliteal artery (PA), while in another the PA and tibio-peroneal trunk (TPT) were both occluded. Moreover, in one patient, looking back to our good results, we treated "out of label" occlusion of the common iliac artery.



Rycina 2A. Niedrożność tętnicy udowej powierzchownej (SFA) proksymalny segment; **B.** Niedrożność SFA dystalny segment; **C.** Niedrożność SFA po użyciu cewnika Crosser podczas predylatacji; **D.** SFA rezultat predylatacji; **E.** Ostateczny wynik rekanalizacji SFA po implantacji stentu i postdylatacji

Figure 2A. Occlusion of superficial femoral artery (SFA) proximal segment; **B.** Occlusion of SFA, distal segment; **C.** Occlusion of SFA after using Crosser catheter; **D.** SFA — result of predilatation; **E.** Final result of recanalization, after stent implantation and postdilatation

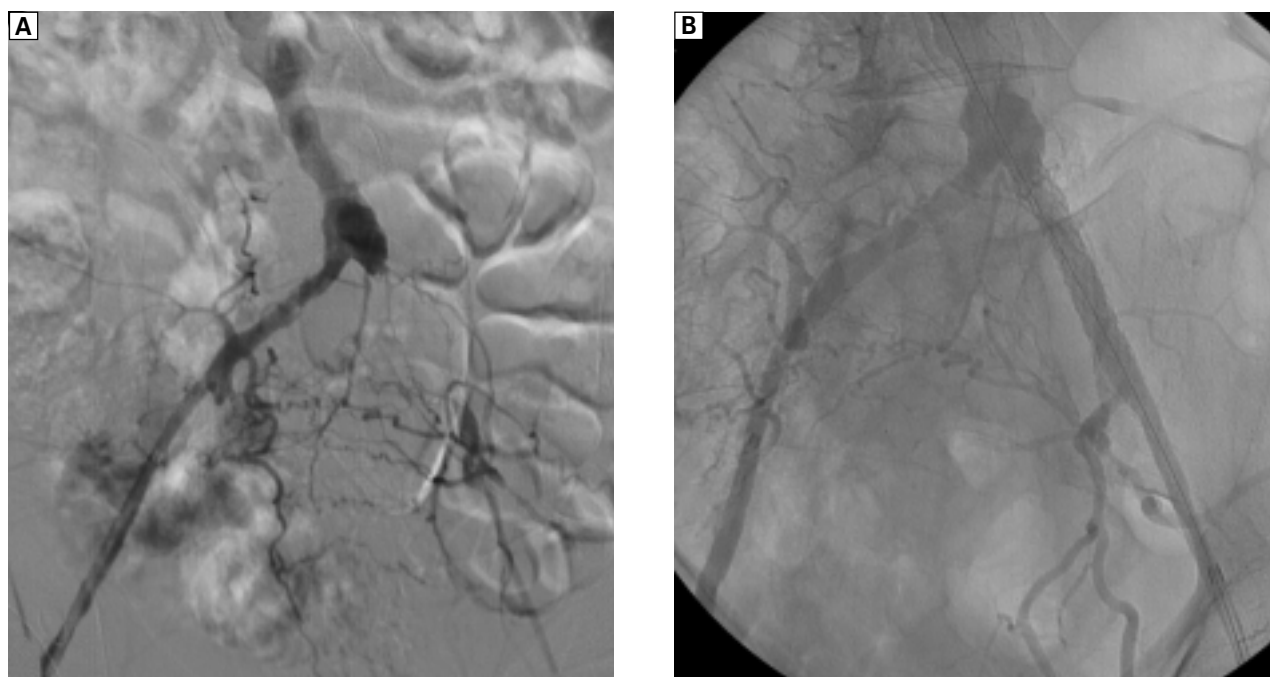
przez CTO. U chorych z niedrożnością SFA, po przeprowadzeniu przewodnika przez zmianę, wykonywano predylatację cewnikiem balonowym o średnicy 3–4 mm (ryc. 2C, D). W przypadkach istotnych rozwarstwień ściany tętnicy udowej powierzchownej podczas PTA (*percutaneous transluminal angioplasty*) implantowano stenty samorozprężalne o średnicy 6–7 mm i długości 100 do 200 mm (SMART, Protege Ever Flex, Sinus Visual) (ryc. 2E). Do postdylatacji używano cewniki balonowe o średnicy 5–6 mm. W przypadku chorego z niedrożnością tętnicy podkolanowej i pnia piszczelowo-strzałkowego zakończono zabieg na PTA cewnikiem balonowy o średnicy 4 mm w odcinku proksymalnym i 2,5 mm w odcinku dystalnym niedrożności. U chorego niedrożnością tętnicy biodrowej wspólnej, po pokonaniu niedrożności za pomocą Crossera, wykonano predylatację balonem 4 mm × 60 mm, a zmianę ostatecznie zaopatrzono stentem stalowym, zamontowanym na balonie Genensis 8 mm × 59 mm (ryc. 3A, B). W przypadku chorego z CTO w SFA, w którym w części dystalnej cewnik przeszedł subintymalnie przez ścianę tętnicy, niedrożność zaopatrzono stent-graftem obwodowym Viabahn 6 mm × 150 mm oraz w części dystalnej stentem lekowym Zilver PTX o średnicy 6 mm i długości 80 mm.

Po zabiegach zastosowano standardową terapię dwoma lekami przeciwplatekowymi (kwas acetylosalicylowy i clopidogrel) przez miesiąc, którą u pacjenta z implantowanym stentem lekowym zaplanowano wydłużyć do 12 miesięcy. Pierwsze kontrole chorych w okresie 1 miesiąca po zabiegu (wywiad, badanie tętna, pomiar ABI [*ankle/brachial index*] i USG) wykazały drożność wszystkich leczonych tętnic. Następne kontrole zaplanowano w terminie 6 miesięcy po zabiegu.

All lesions were totally occluded, calcified, 100 mm to 210 mm long (mean length — 140 mm). Arterial access was obtained by means of an antegrade, ipsilateral common femoral artery puncture to the lesions localized infra-inguinally and a retrograde ipsilateral common femoral artery puncture to the lesion localized in the CIA. In order to go through the lesions we most often used a 0.014" Pilot 150 guide wire.

Results

In the treated group of patients there was a success rate of 100% regarding recanalizations of the CTO segment of artery using a Crosser catheter. Although in one case (10%), a catheter went through the occluded segment partially subintimally, in the other cases it was possible to do the procedure completely intraluminally. Moreover, in the group of patients with occluded SFA, after passing the guide wire through the lesion, pre-dilatations using balloon catheters, 3–4 mm in diameter, were performed (Fig. 2C, D). In addition, in cases of severe dissection of the vessel wall, self-expanding nitinol stents were implanted (SMART, Protege Ever Flex, Sinus Visual; diameter 6–7 mm, length 100–200 mm). Postdilatation was carried out using balloon catheters of 5–6 mm in diameter. The treatment of occluded PA and TPTs was completed by prolonged angioplasty with balloon catheters of 4 mm in diameter proximally and 2.5 mm distally. In cases of occluded common iliac artery, after passing through the lesion with a Crosser catheter, predilatation with a 4 mm × 60 mm balloon catheter was performed and finally a Genesis 8 mm × 59 mm balloon pre-mounted steel stent was implanted (Fig. 3A, B). In



Rycina 3A. Niedrożność tętnicy biodrowej wspólnej lewej; B. Ostateczny wynik udrożnienia tętnicy biodrowej wspólnej lewej po użyciu cewnika Crosser i implantacji stentu Genesis

Figure 3A. Occlusion of left common iliac artery; B. Final result after using Crosser catheter and implantation of stent Genesis

Dyskusja

Crosser znajduje zastosowanie nie tylko w rekanalizacji CTO w tętnicach kończyny dolnej poniżej więzadła pachwinowego, ale sięgają po to urządzenie także kardiologowie interwencyjni w leczeniu trudnych zmian w tętnicach wieńcowych [14, 15]. Gandini i wsp. na podstawie własnych doświadczeń stwierdzili, że Crosser pozwala na intraluminalną angioplastykę nawet w przypadkach bardzo rozległych niedrożności SFA ze skutecznością do 75% [16]. Wysoką skuteczność rekanalizacji urządzenia Crosser potwierdziły wstępne wyniki badania o akronimie PATRIOT, w którym udrożniono intraluminalnie CTO tętnic obwodowych w 85% przypadków [17]. Jednak można spotkać doniesienia, w których skuteczność jest znacznie gorzej postrzegana i sięga zaledwie 41% leczonych przypadków [18]. W niniejszym materiale skuteczność rekanalizacji intraluminalnej w CTO z zastosowaniem urządzenia Crosser osiągnęła 90%, jednak autorzy mają świadomość bardzo małej grupy badawczej. Znane są również relacje z innych ośrodków, gdzie skuteczność wykonanych zabiegów była mniejsza. Obecnie zakończone zostało kolejne badanie CENTRAL (*Crosser Enters the Right Arterial Lumen*) oceniające również skuteczność urządzenia Crosser w leczeniu chorych z niedrożnością tętnicy udowej powierzchownej i niebawem poznamy wyniki zabiegów na grupie 100 chorych [19]. Niewątpliwie skuteczność Crossera jest związana z jednej strony z krzywą uczenia, ale również z morfologią zmiany CTO. Wielu badaczy zwraca również uwagę na znaczne przyspieszenie zabiegu rekanalizacji CTO [16, 19]. Crosser jest powszechnie aprobowany w udrożnieniu CTO zlokalizowanych poniżej więza-

the case of occluded SFA with the partially subintimal passing through of a lesion, we used a peripheral Viabahn 6 mm × 150 mm stent graft, distally prolonged by implanting a Zilver PTX 6 × 80 mm drug-eluting stent.

After these endovascular procedures the patients were administered the standard treatment of two antiplatelet drugs (aspirin 150 mg/daily lifelong and clopidogrel 75 mg/daily for one month). The patient with the drug-eluting stent is planned to be treated with clopidogrel for 12 months. Moreover, the first follow-up examinations, one month after the procedure (interview, pulse control, ABI, doppler ultrasound), revealed patency of all the treated arteries. The next follow-up visits are planned six months after the endovascular treatment.

Discussion

Although the Crosser catheter is a helpful device for infra-inguinal artery treatment, invasive cardiologists use this tool for passing through difficult coronary artery lesions [14, 15]. Based on their own experience, Gandini *et al.* claim that the Crosser catheter is useful in endovascular recanalisation of long occlusions with an efficiency rate of up to 75% [16]. This high efficiency rate was confirmed in the PATRIOT study where 85% of peripheral CTO lesions were successfully endovascularly recanalized [17]. However, there are also trials where the Crosser catheter's efficiency is estimated to be lower with rates of only 41% of treated cases [18]. Although in our material the efficiency rate of intraluminal recanalization using the Crosser device reached 90%, we realize that the treated group of patients was very small. There have

dła pachwinowego nie tylko w SFA, ale także w tętnicy podkolanowej czy w tętnicach podudzia [20]. Autorom udało się pokazać, że urządzenie może być przydatne w rekanalizacji CTO w tętnicy biodrowej wspólnej. Wydaje się, że warunkiem bezpiecznego zastosowania Crossera w tej lokalizacji jest względnie prosty przebieg naczynia.

Reasumując, należy podkreślić, że Crosser wykazał się dużą skutecznością w pokonywaniu długoodcinkowych silnie uwąpnionych zmian w tętnicach poniżej więzadła pachwinowego. Nie obserwowano istotnych powikłań, jak perforacja tętnicy czy krwiak okołotętniczy. Urządzenie jest proste w obsłudze, a szybkość pokonywania zmiany w istotny sposób skraca czas trwania całego zabiegu. Jednak wysoki koszt urządzenia może być istotną barierą w rutynowym korzystaniu z cewnika Crosser w leczeniu CTO.

Piśmiennictwo (References)

1. Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA *et al.* Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2007; 33 (Suppl 1): S1–75.
2. Kuczmik W, Ziąja D. Endowaskularne leczenie niedrożności tętnicy udowej powierzchownej. Nowe możliwości i stare ograniczenia. *Chir Pol.* 2005; 7: 120–131.
3. Bolia A, Brennan J, Bell PR. Recanalization of femoropopliteal occlusions: improving success rate by subintimal recanalization. *Clin Radiol.* 1989; 40: 325.
4. Markose G, Miller FN, Bolia A. Subintimal angioplasty for femoro-popliteal occlusive disease. *J Vasc Surg.* 2010; 52: 1410–1416.
5. Zhuang KD, Tan SG, Tay KH. The „SAFARI” technique using retrograde access via peroneal artery access. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2011 Dec 1.
6. Spinosa DJ, Harthun NL, Bissonette EA *et al.* Subintimal arterial flossing with antegrade-retrograde intervention (SAFARI) for subintimal recanalization to treat chronic critical limb ischemia. *J Vasc Interv Radiol.* 2005; 16: 37–44.
7. Kirk J, Wilson R, Kovacs F *et al.* Successful extra-anatomical recanalization of occluded superficial femoral arteries using the Outback device: a report of 2 cases. *Vasc Endovascular Surg.* 2012; 40, in press.
8. Setacci C, Chisci E, de Donato G *et al.* Subintimal angioplasty with the aid of a re-entry device for TASC C and D lesions of the SFA. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2009; 38: 76–87.
9. Bausback Y, Botsios S, Flux J *et al.* Outback catheter for femoropopliteal occlusions: immediate and long-term results. *J Endovasc Ther.* 2011; 18: 13–21.
10. Al-Ameri H, Shin V, Mayeda GS *et al.* Peripheral chronic total occlusions treated with subintimal angioplasty and a true lumen re-entry device. *J Invasive Cardiol.* 2009; 21: 468–472.
11. Airolidi F., Faglia E., Losa S *et al.* A novel device for true lumen re-entry after subintimal recanalization of superficial femoral arteries: first-in-man experience and technical description. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2011; 34: 166–169.
12. Charalambous N, Schäfer PJ, Trentmann J *et al.* Percutaneous intraluminal recanalization of long, chronic superficial femoral

been reports from other centers, however, where the results of Crosser treatment were not so good. Moreover, we are currently waiting for the results of the CENTRAL study (Crosser Enters the Right Arterial Lumen) which assesses the efficiency of the Crosser device in a group of 100 patients with femoral artery CTOs [19]. Without a doubt, the efficacy of using a Crosser device depends on the morphology of the plaque lesion and surgeon's experience while many investigators emphasize the significant time reduction of the procedure's duration [16, 19]. The Crosser device usage is generally approved in CTO recanalizations of lesions localized infra-inguinally, not only in SFA but also in PA and BTK arteries [20]. Some authors have also proved that it can be useful in cases concerning the common iliac artery. Moreover, the relatively straight morphology of the artery seems to be a condition of the safe usage of this device.

In conclusion, it should be emphasized that the Crosser device is highly efficient in passing through long calcified occlusions in infra-inguinal arteries. No significant complications, such as perforation or periarterial hematoma, were observed in our study. In addition, maintenance of the device is uncomplicated while being able to quickly pass through the lesion shortens the duration of the recanalization procedure. However, the high cost of the device can be a barrier in making its usage a routine procedure.

-
- and popliteal occlusions using the Frontrunner XP CTO device: a single-center experience. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2010; 33: 25–33.
13. Simpson JB. First-in-man chronic total occlusion crossing using the directional OCT-guided Ocelot CTO catheter. *TCT, San Francisco* 2011.
 14. Tiroch K, Cannon L, Reisman M *et al.* High-frequency vibration for the recanalization of guidewire refractory chronic total coronary occlusions. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2008; 72: 771–780.
 15. Galassi AR, Tomasello SD, Costanzo L *et al.* Recanalization of complex coronary chronic total occlusions using high-frequency vibrational energy CROSSER catheter as first-line therapy: A single center experience. *Interven Cardiol.* 2010; 23: 130–138.
 16. Gandini R., Volpi T, Pipitone V. Intraluminal recanalization of long infrainguinal chronic total occlusions using the crosser system. *J Endovasc Ther.* 2009; 16: 23–27
 17. Joye J. The PATRIOT (Peripheral Approach to Recanalization in Occluded Totals study results. *Am J Cardiol.* 2007; 100: (Suppl 1): S24.
 18. Khalid MR, Khalid FR, Farooqui FA *et al.* A novel catheter in patients with peripheral chronic total occlusions: a single center experience. *Catheter Cardiovasc Interv* 2010; 76: 735–739.
 19. Boguszewski A, Torey J, Pai R. Intraluminal recanalization of SFA CTOs. *Endovasc Today* 2011; May; 33-7.
 20. Al-Ameri H, Mayeda GS, Shavelle DM *et al.* Use of high-frequency vibrational energy in the treatment of peripheral chronic total occlusions. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2009; 74: 1110–1115.

Adres do korespondencji (Address for correspondence):

dr n. med. Bogusław Rudel
Oddział Angiologii Szpitala Zakonu Bonifratrów
ul. Trynitarzka 11, 31–061 Kraków
e-mail: boguslawrudel@interia.pl