

Jatrogenne tętniaki rzekome – leczenie metodą iniekcji trombiny pod kontrolą ultrasonografii

Femoral pseudoaneurysms – ultrasound-guided thrombin injection as a method of treatment

Paweł Lewandowski, Wojciech Wąsek, Andrzej Budaj

Klinika Kardiologii, Centrum Medyczne Kształcenia Podyplomowego, Kliniczny Oddział Kardiologii, Szpital Grochowski, Warszawa

Kardiologia Polska 2008; 66: 775-780

Wstęp

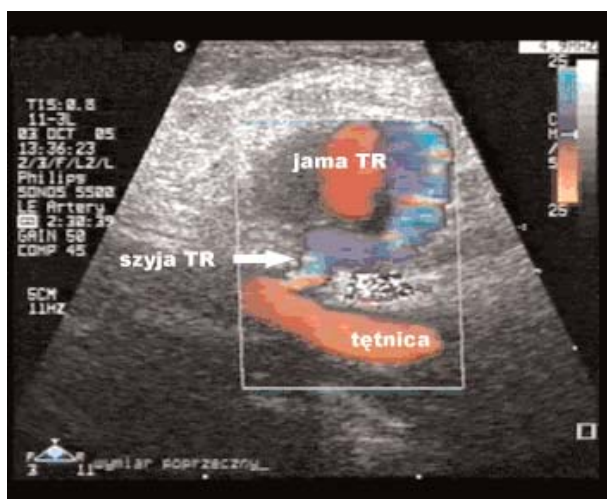
Rutynowe stosowanie w kardiologii, radiologii i neurologii przezskórnych zabiegów interwencyjnych (PCI) jest związane ze wzrostem częstości występowania jatrogennych tętniaków rzekomych (JTR) tętnicy udowej.

Definicja, objawy kliniczne i częstość występowania jatrogennych tętniaków rzekomych

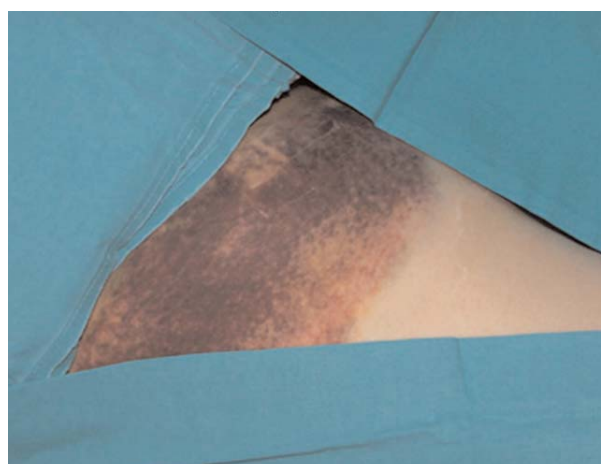
Tętniak rzekomy jest to przestrzeń w tkankach miękkich mająca komunikację z naczyniem tętniczym poprzez kanał zwany szyją tętniaka (Rycina 1). Pomiędzy naczyniem a jamą TR istnieje stały skurczowo-rozkurczowy przepływ o charakterystycznym widmie dopplerowskim.

Klinicznie JTR jest tętniącym, bolesnym guzem w okolicy miejsca wkłucia dotętniczego, często współistniejącym z krwiakiem podskórnym, który powoduje sinofioletowe zabarwienie skóry (Rycina 2.). Zasadniczym objawem przedmiotowym jest wysłuchiwanie nad tętnikiem szmer skurczowo-rozkurczowy. W badaniu ultrasonograficznym dopplerowskim widmo przepływu ma charakterystyczne dwufazowe spektrum (Rycina 3.).

W przypadku modelowania tętnicy udowej przez duży tętniak może dochodzić do objawów niedokrwienia kończyny dolnej, a w przypadku ucisku na przebiegający w okolicy nerw udowy – do przerwulicy lub niedoczulicy przedniej powierzchni uda i podudzia oraz części przyśrodkowej podudzia, bolesności, a w skrajnych przypadkach – do niedowładu kończyny (zaburzona funkcja prostowni-



Rycina 1. Tętniak rzekomy w badaniu dopplerowskim znakowanym kolorem

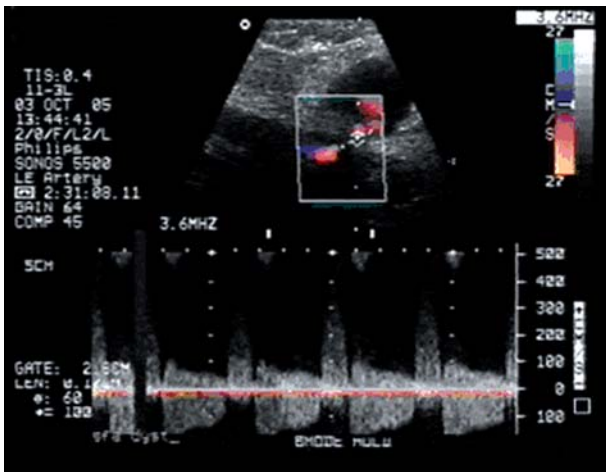


Rycina 2. Prawa okolica pachwinowa chorego po zabiegu PCI, u którego stwierdzono jatrogenne tętniak rzekomy

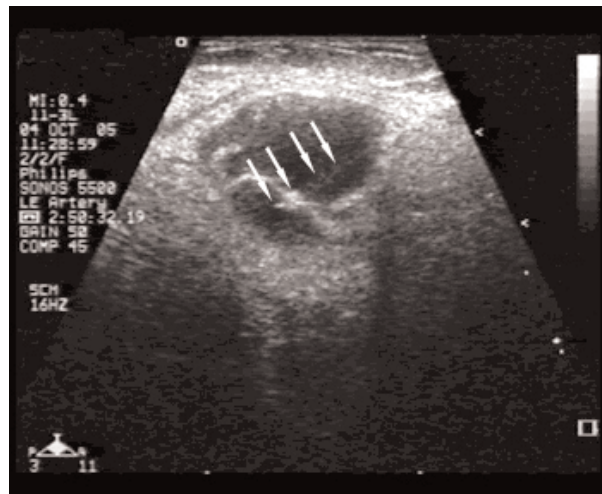
Adres do korespondencji:

lek. med. Paweł Lewandowski, Pracownia Hemodynamiki, Kliniczny Oddział Kardiologii, Szpital Grochowski, ul. Grenadierów 51/59, 04-073 Warszawa, tel.: +48 501 352 818, e-mail: lewis@vita-medica.pl, pawel.l@kkcmkp.pl

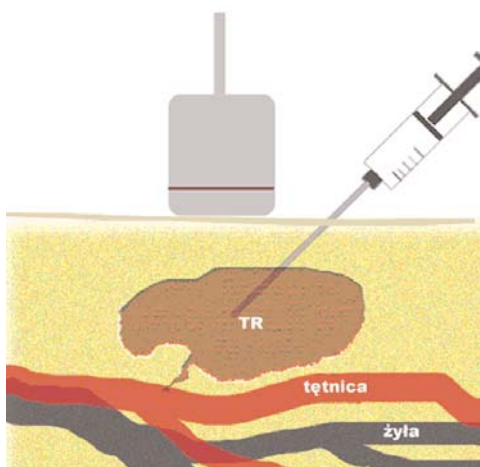
Praca wpłynęła: 19.03.2008. Zaakceptowana do druku: 26.03.2008.



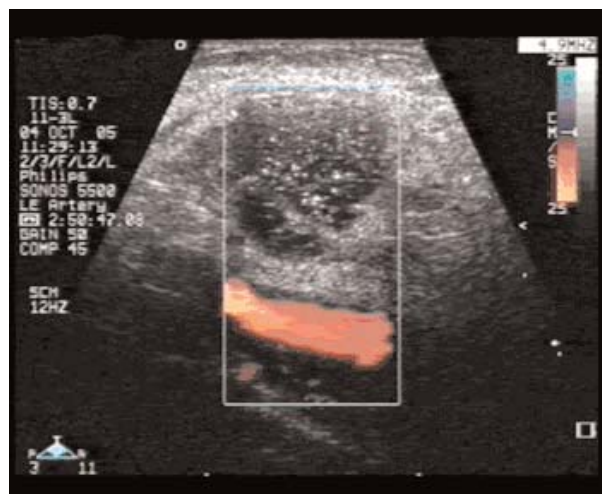
Rycina 3. Doplerowskie widmo przepływu przez szyję jatrogennego tętniaka rzekomego. Skurczowo-rozkurczowy, turbulentny przepływ o wysokiej prędkości szczytowej



Rycina 5. Koniec igły punkcyjnej w świetle jamy tętniaka rzekomego



Rycina 4. Schemat zabiegu przezskórnego leczenia tętniaka rzekomego. Po wprowadzeniu igły do jamy jatrogennego tętniaka rzekomego pod kontrolą USG podany zostaje roztwór trombiny TR – tętniak rzekomy



Rycina 6. Stabilna skrzeplina wypełniająca jamę jatrogennego tętniaka rzekomego (JTR), powstała 2 s po iniekcji trombiny. Brak napływu krwi do JTR w badaniu doplerowskim znakowanym kolorem. Zabieg skuteczny

ków kolana). Nasilony, szybki i turbulentny przepływ pomiędzy tętnicą a jamą tętniaka może być przyczyną anemizacji.

Częstość powikłań, jakimi są TR występujące po kaniulacji tętnic, ocenia się w różnych rejestrach na 1,2–7,7% [1]. Częstość rozpoznawania JTR zależy od stosowanej metody diagnostycznej. Czulość metody ultrasonograficznej w rozpoznawaniu JTR jest blisko siedmiokrotnie wyższa od oceny opartej na badaniu klinicznym [2, 3]. Istnieją czynniki predysponujące do występowania miejscowych powikłań, w tym JTR, po zabiegach angiograficznych [4]. Należą do nich:

- wiek,
- płeć żeńska,
- nadciśnienie tętnicze,
- stosowanie heparyny w trakcie i po zabiegu,
- stosowanie przed zabiegiem pochodnych tienopirydyny,
- stosowanie dużych koszulek naczyniowych (>7 F),
- nakłucie tylnej ściany tętnicy udowej wspólnej,
- nakłucie tętnicy udowej głębokiej,
- nieprawidłowo założony po zabiegu ucisk,
- głębokość położenia tętnicy udowej.

Do 1991 r. jedynym uznanym sposobem leczenia był zabieg chirurgiczny [5]. Od kilku lat obserwuje się tenden-

Tabela I. Porównanie skuteczności PLTR i MU

Autorzy	Rok	Liczba badanych		Skuteczność [%]	
		PLTR	MU	PLTR	MU
Taylor BS i wsp. [6]	1999	29	40	93	63
Paulson EK i wsp. [5]	2000	26	281	96	74
Mc Nail NL i wsp. [7]	2001	16	12	100	92
Weinmann EE i wsp. [8]	2002	33	33	100	87

MU – ultrasonograficzna metoda uciskowa, PLTR – przeszkrone leczenie tętniaków rzekomych

cję do wdrażania małoinwazyjnych sposobów leczenia, które obejmują:

- przedłużony ucisk mechaniczny,
- metodę uciskową przy użyciu sondy ultrasonograficznej (MU),
- iniekcje do tętniaków substancji wywołujących miejscowe wykrzepianie, pod kontrolą ultrasonograficzną.

Bezpośrednie iniekcje do jamy tętniaka wytyczają kierunek rozwoju metod terapeutycznych stosowanych w leczeniu JTR (Ryciny 4.–6.).

Skuteczność i bezpieczeństwo przeszkronego leczenia tętniaków rzekomych

Najczęściej używaną obecnie substancją w przeszkroneym leczeniu tętniaków rzekomych (PLTR) jest bawola trombina. Trombina jest polipeptydem o masie 34 kDa, który powstaje z protrombiny aktywowanej przez jony wapnia, czynnik Xa, Va i fosfolipidy. Trombina jest aktywnym enzymem przekształcającym fibrynogen w fibrynę, co umożliwia powstanie zakrzepu. Egzogenne podanie trombiny bawolej wywołuje przekształcenie fibrynogenu w fibrynę i prowadzi do uformowania zakrzepu [1]. Metoda PLTR jest skuteczna również u chorych leczonych lekami przeciwplatekowymi, heparyną i pochodnymi kumaryny [1, 5]. Pod względem efektywności przewyższa metodę uciskową (Tabela I). Nie stwierdzono, aby stosowanie tych leków wpływało na skuteczność i bezpieczeństwo leczenia [9].

Wyleczenie czterech TR bez powikłań metodą iniekcji trombiny do ich światła opisali jako pierwsi w 1986 r. C. Cope i R. Zeit [10]. Skuteczność i bezpieczeństwo PLTR zostały potwierdzone przez wiele niezależnych grup badaczy [9, 11–15].

W pracach dostępnych w piśmiennictwie skuteczność PLTR jest oceniana na 93–100%, a częstość wszystkich powikłań na 1–2% [5, 13, 16, 17] (Tabela II).

W 2000 r. Pope i Johnston opisali dwa przypadki reakcji anafilaktycznej po iniekcji trombiny, skutecznie leczone dożylnym podaniem hydrokortyzonu [17]. Embolizacja dystalnych odcinków tętnic kończyn dolnych została opisana w kilku pracach, w tym w pracy E.K. Paulsona i R.C. Nelsona [13]. W grupie 103 chorych leczonych PLTR wystąpiły 3 przypadki zaburzeń krążenia obwodowego (*blue toe*, ból w okolicy stopy, zmniejszenie ciepłoty stopy), które w krótkiej obserwacji ustąpiły samoistnie i nie wymagały

Tabela II. Wyniki przeszkronego leczenia tętniaków rzekomych (PLTR) iniekcją trombiny

Autorzy	Rok	Liczba chorych	Skuteczność [%]	Powikłania [%]
Kang SS i wsp. [18]	2000	83	98	1
Paulson EK i wsp. [13]	2001	114	96	4
Mohler ER i wsp. [19]	2001	91	98	0
Khoury M i wsp. [20]	2002	131	96	3

leczenia chirurgicznego. Jako przyczynę powyższych zaburzeń autorzy przyjmują embolizację mikrokrążenia przez skrzepliny uwolnione ze światła tętniaka [13]. Inne rzadko występujące powikłania to: ropień okolicy wkłucia, uszkodzenie skóry w miejscu wkłucia.

Udokumentowana w literaturze skuteczność metody PLTR sprawiła, że Brytyjskie Towarzystwo Radiologii Interwencyjnej w roku 2002 oraz *National Institute for Clinical Excellence* w roku 2004 uznały przeszkrone zamykanie TR trombiną za metodę z wyboru i zalecają jej stosowanie na terenie Wielkiej Brytanii [16]. Podobne zalecenia nie zostały do tej pory przyjęte przez Europejskie Towarzystwo Kardiologiczne. Bez względu na wskazanie do chirurgicznego leczenia pozostają nadal tętniaki zakażone lub szybko się powiększające. Metodę chirurgiczną stosuje się również, jeśli inne metody są nieskuteczne oraz w przypadku tętniaków z krótką i szeroką szyją [1].

Anatomia tętniaków rzekomych

Z anatomopatologicznego punktu widzenia TR można podzielić na:

- jednokomorowe i wielokomorowe,
- uszypułowane i nieuszypułowane.

W tej ostatniej grupie zwiększone jest ryzyko embolizacji. Wyzwaniem są też TR wielokomorowe, do których zamknięcia często używa się dużych ilości trombiny (1000–2000 j.). W takich sytuacjach może ona działać uczulająco i wywoływać groźne dla zdrowia reakcje układu immunologicznego.

Podgrupę tętniaków uszypułowanych stanowią TR z szeroką (4–6 mm), krętą i długą (10–20 mm) szyją zakończoną małą (do 15–20 mm średnicy) jamą TR. Sama szyja właściwie może być uznana za długi workowaty tętniak rzekomy połączony z drugą komorą TR. Ta grupa jest o tyle istotna, iż wykonanie zabiegu PLTR może się wiązać z pewnym odsetkiem niepowodzeń z uwagi na to, iż szypuła może pozostać drożna po pierwotnym zabiegu, a to może skutkować tworzeniem się kolejnych komór tętniaków rzekomych. Rozwiązaniem tego problemu jest celowany ucisk sondą ultrasonograficzną na szyję w miejscu jej odejścia od tętnicy, zabieg chirurgiczny lub próba podania trombiny do światła szypuły. Jednakże ze względu na trudność w dotarciu igłą punkcyjną do struktury o średnicy ok. 3–4 mm, zabieg ten wymaga dużej precyzji, uwagi i doświadczenia. Z własnych obserwacji wynika, iż taki zabieg jest możliwy do wykonania, jest skuteczny i bezpieczny dla chorego.

Często tętniaki rzekome współistnieją z masywnymi wynaczynieniami krwi do tkanek, co w znaczącym stopniu uniemożliwia wizualizację układu tętniczego, żylnego, szypuły, miejsca odejścia szypuły i jamy TR. Z tego powodu bezpieczne przeprowadzenie zabiegu zamknięcia jamy TR jest niemożliwe. W takiej sytuacji wskazane jest odroczenie zabiegu o kilka dni (jeśli jest to możliwe), aż do poprawy wizualizacji struktur w badaniu ultrasonograficznym, lub wdrożenie alternatywnego sposobu leczenia.

Ograniczenia przezskórnego leczenia tętniaków rzekomych

Przezskórne leczenie TR jest obecnie metodą z wyboru, ale istnieją pewne sytuacje kliniczne, które wymagają rozważenia zastosowania alternatywnych metod (chirurgii, metody uciskowej). Do tych sytuacji należą:

- infekcja w obrębie TR,
- pękający TR,
- neuropatia z ucisku,
- niepowodzenie innych metod.

Zastosowanie metody chirurgicznej w powyższych przypadkach nie podlega dyskusji, zwlekanie z wdrożeniem leczenia może mieć poważne następstwa kliniczne.

Tabela III. Częstość powikłań wśród chorych leczonych chirurgicznie z powodu tętniaka rzekomego (n=43, średni czas pobytu w szpitalu 30 dni)

Rodzaj powikłania	Liczba chorych
Infekcja miejscowa	5 (11%)
Niedokrwistość	9 (20%)
Biegunki	3 (6%)
Krwiak w miejscu zabiegu	7 (16%)
Ostra niewydolność nerek	1 (2%)
Rzekomobłoniaste zapalenie jelit	1 (2%)

Ograniczeniem metody są również TR, których komunikacja z tętnicą odbywa się przez długą, krętą i szeroką szypułę. Zazwyczaj zamknięcie jamy TR nie powoduje zaprzestania napływu krwi do szyi, co więcej, napływ ten bywa na tyle istotny, iż dochodzi do wytworzenia się kolejnych jam wymagających obliteracji.

Doświadczenia własne

W naszej Klinice JTR rozpoznajemy od 2001 r., tj. od czasu, gdy rozpoczęliśmy rutynowe wykonywanie zabiegów PCI i angiografii. W okresie 3 lat, tj. do 2004 r., wszystkie przypadki były objęte rejestrem. W latach 2001–2004 rozpoznano 49 TR. Standardowym postępowaniem było leczenie chirurgiczne lub zastosowanie metody tzw. przedłużonego ucisku. Dane uzyskane retrospektywnie z historii chorób osób poddawanych tym zabiegom wskazują na wysoką, 100% skuteczność leczenia. Niemniej jednak, odsetek pojawiających się powikłań miejscowych (krwiak, infekcje) był wysoki i wynosił 26%. Powikłania ogólne (niedokrwistość wymagająca przetoczenia masy erythrocytarnej, biegunka po antybiotykoterapii, niewydolność nerek) wystąpiły łącznie u 13 chorych. Spośród 43 osób operowanych z powodu JTR u 20 (40%) wystąpiły 1, 2 lub 3 wymienione powyżej powikłania (Tabela III).

Od 2004 r. w Klinice wdrożyliśmy do terapii metodę przezskórnej iniekcji trombiny do światła TR pod kontrolą ultrasonografii (PLTR) oraz metodę uciskową sondą ultrasonograficzną (MU) jako rutynowe postępowanie terapeutyczne. Od 2004 r. wykonano 91 zabiegów PLTR oraz 3 zabiegi MU. W dwóch przypadkach terapia PLTR nie była skuteczna. Odsetek powikłań miejscowych wynosił 1%, a ogólnych 0%.

Dzięki zastosowaniu tej bezpiecznej i dość prostej metody leczenia JTR uzyskaliśmy:

- możliwość leczenia w warunkach naszego oddziału bez konieczności przenoszenia chorego na inny oddział, a przede wszystkim uniknięcie leczenia chirurgicznego i jego następstw,
- skrócenie czasu od zabiegu do uruchomienia chorego z 4–6 dni (metoda chirurgiczna) do 2 godz. oraz czasu hospitalizacji ze średnio 30 do 12 dni (Tabela IV),

Tabela IV. Porównanie czasu pobytu w szpitalu oraz czasu do uruchomienia przy stosowaniu metody chirurgicznej i PLTR

Czas	Chorzy leczeni chirurgicznie n=49	Chorzy leczeni PLTR/MU n=91
Średni czas pobytu w szpitalu [dni]	30,6	12
Czas do uruchomienia	4,5±2,5 dnia	2–3 godziny

MU – ultrasonograficzna metoda uciskowa, PLTR – przezskórne leczenie tętniaków rzekomych

- możliwość zaoferowania naszym pacjentom małoinwazyjnej, prawie bezbolesnej i bezpiecznej terapii JTR.

Obserwując tworzenie się skrzepliny w trakcie podawania trombiny do światła JTR, zauważyliśmy związek pomiędzy szybkością jej tworzenia a sposobem podawania leku. W 2 przypadkach powolne podawanie leku spowodowało powstanie balotującej skrzepliny wewnątrz jamy TR, a co za tym idzie potrzebę repozycji igły, co w tych warunkach jest dość ryzykowne. Podczas powolnego wlewu trombiny czas potrzebny do wykrzepienia krwi mieścił się w przedziale 5–10 s. Wydaje się, że może to mieć znaczenie w przypadku TR o krótkiej i szerokiej szyi lub TR nieuszypułowanych. Ryzyko wydostania się skrzepliny do krążenia systemowego w takich przypadkach jest znacząco większe niż w przypadku uszypułowanych TR [21].

Inny sposób podawania trombiny do komory tętniaka rzekomego

Dotychczas zalecano powolne podawanie trombiny, kontynuowane do czasu uzyskania zaprzestania napływu krwi do jamy TR. Średni czas podawania leku tą metodą wynosił 10 s [9]. W latach 2005–2006 w Klinice Kardiologii CMKP rozpoczęliśmy stosowanie alternatywnego sposobu podawania trombiny do jamy TR. Z naszego doświadczenia wynikało, iż podanie określonej dawki trombiny w szybkim pojedynczym wstrzyknięciu do jamy TR powoduje szybszą dystrybucję leku oraz znaczące skrócenie czasu potrzebnego do wykrzepienia krwi.

W trakcie stosowania tej metody średnia dawka leku wyniosła 150 j. (minimalnie 50 j., maksymalnie 200 j.) (Tabela V).

Metoda szybkiego podania była skuteczna nie tylko w przypadku TR z długą wąską szyją, ale z powodzeniem stosowaliśmy ją również w leczeniu TR z szeroką i krótką szyją oraz TR nieuszypułowanych, nie obserwując powikłań po zabiegach.

W przypadku TR wielokomorowych, które najczęściej mają wspólną komunikację, zamknięcie najniższej jamy przy użyciu bolusa trombiny skutkowało zaprzestaniem napływu krwi do pozostałych jam. W 3 przypadkach przy użyciu 150 j. trombiny uzyskaliśmy zamknięcie złożonych, trzykomorowych TR.

Planowane badanie

Z naszych wstępnych doświadczeń wynika, iż zastosowanie szybkiej iniekcji trombiny do światła naczynia może być obiecującą, alternatywną metodą w leczeniu TR, a w szczególności TR nieuszypułowanych. Dotychczasowe wyniki zachęciły nas do przeprowadzenia kontrolowanego badania nad skutecznością i bezpieczeństwem metody. Protokół badania zakłada włączenie do projektu badawczego kolejnych chorych, u których w badaniu ultrasonograficznym stwierdzono TR o następującej charakterystyce:

Tabela V. Porównanie czasu wykrzepiania oraz średniej dawki trombiny w metodzie PLTR bolus/wlew

Parametr	Chorzy leczeni PLTR Wlew (n=28)	Chorzy leczeni PLTR Bolus (n=17)
Czas wykrzepiania (przedział) [s]	5–14	1–4
Średnia dawka trombiny [j.]	250	150

MU – ultrasonograficznej metoda uciskowa, PLTR – przezskórne leczenie tętniaków rzekomych

- średnica >1 cm,
- szyja długa lub krótka, lub bez szyi,
- jedno- lub wielokomorowy,
- i randomizację do dwóch grup chorych:
 - 1) leczonych powolnym wlewem trombiny,
 - 2) leczonych bolusem trombiny.

Punkty końcowe będą obejmować obecność embolizacji dystalnej, zaprzestanie przepływu w jamie i szyi tętniaka rzekomego, czas wykrzepiania oraz rejestr powikłań.

Podsumowanie

Ostatnie 10 lat to okres szybkiej popularyzacji i intensywnego wdrażania leczenia TR przy użyciu trombiny podawanej pod kontrolą ultrasonografii. Jak wykazały liczne badania, metoda ta jest bezpieczna i skuteczna, a przy tym łatwa w nauce i stosowaniu. Bardzo ważna jest szybka i pewna diagnostyka w kierunku powikłań po zabiegach kardiologii inwazyjnej i jak najszybsze wdrożenie leczenia, aby uchronić chorych przed negatywnymi konsekwencjami powstania TR, a także jak najszybsze usunięcie bólu, który najczęściej towarzyszy temu powikłaniu.

Mimo że metoda iniekcji trombiny do jamy TR jest powszechnie stosowana na całym świecie i jest uznawana za leczenie z wyboru, to nie należy zapominać o innych sposobach leczenia pseudotętniaków, a w szczególności o metodzie chirurgicznej. Należy rezerwować ją dla najtrudniejszych przypadków, tj. szybko powiększających się i nadkażonych TR.

Piśmiennictwo

1. Morgan R, Belli AM. Current Treatment Methods for Postcatheterization Pseudoaneurysms. *J Vasc Interv Radiol* 2003; 14: 697-710.
2. Pracyk JB, Wall TC, Longabaugh JP, et al. A randomized trial of vascular hemostasis techniques to reduce femoral vascular complications after coronary intervention. *Am J Cardiol* 1998; 81: 970-6.
3. Katzenschlager R, Ugurluoglu A, Ahmadi A, et al. Incidences of pseudoaneurysm after angiography. *Radiology*. 1995; 195: 463-6.
4. Waksman R, King SB 3rd, Douglas JS, et al. Predictors of groin complications after balloon and new-device coronary intervention. *Am J Cardiol* 1995; 75: 886-9.
5. Paulson EK, Sheafor DH, Kliewer MA. Treatment of iatrogenic femoral arterial pseudoaneurysms: comparison of US-guided thrombin injection with compression repair. *Radiology* 2000; 215: 403-8.

6. Taylor BS, Rhee RY, Muluk S, et al. Thrombin injection versus compression of femoral artery pseudoaneurysms. *J Vasc Surg* 1999; 30: 1052-9.
7. McNeil NL, Clark TW. Sonographically guided percutaneous thrombin injection versus sonographically guided compression for femoral artery pseudoaneurysms. *AJR Am J Roentgenol* 2001; 176: 459-62.
8. Weinmann EE, Chayen D, Kobzantzev ZV, et al. Treatment of postcatheterization false aneurysms: ultrasound compression versus ultrasound-guided thrombin injection. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2002; 23: 68-72.
9. Dean SM, Olin JW, Piedmonte M, et al. Ultrasound-guided compression closure of postcatheterization pseudoaneurysms during concurrent anticoagulation: a review of seventy-seven patients. *J Vasc Surg* 1996; 23: 28-34.
10. Cope C, Zeit R. Coagulation of aneurysms by direct percutaneous thrombin injection. *AJR Am J Roentgenol* 1986; 147: 383-7.
11. Wixon CL, Philpott JM, Bogey WM Jr, et al. Duplex-directed thrombin injection as a method to treat femoral artery pseudoaneurysms. *J Am Coll Surg* 1998; 187: 464-6.
12. Kang SS, Labropoulos N, Mansour MA, et al. Percutaneous ultrasound guided thrombin injection: a new method for treating postcatheterization femoral pseudoaneurysms. *J Vasc Surg* 1998; 27: 1032-8.
13. Paulson EK, Nelson RC. Sonographically Guided Thrombin Injection of Iatrogenic Femoral Pseudoaneurysms Further Experience of a Single Institution. *AJR Am J Roentgenol* 2001; 177: 309-16.
14. Ferguson JD, Whatling PJ. Ultrasound guided percutaneous thrombin injection of iatrogenic femoral artery pseudoaneurysms after coronary angiography and intervention. *Heart* 2001; 85: E5.
15. Reeder SB, Widlus DM, Lazinge M. Low-dose thrombin injection to treat iatrogenic femoral artery pseudoaneurysms. *AJR Am J Roentgenol* 2001; 177: 595-8.
16. National Institute For Clinical Excellence. Interventional procedure consultation document – thrombin injection of pseudoaneurysms 2004; <http://www.nice.org.uk/page.aspx?o=101801>.
17. Pope M, Johnston KW. Anaphylaxis after thrombin injection of a femoral pseudoaneurysm: recommendations for prevention. *J Vasc Surg* 2000; 32: 190-1.
18. Kang SS, Labropoulos N, Mansour A, et al. Expanded indications for ultrasound-guided thrombin injection of pseudoaneurysms. *J Vasc Surg* 2000; 31: 289-98.
19. Mohler ER 3rd, Mitchell ME, Carpenter JP, et al. Therapeutic thrombin injection of pseudoaneurysms: a multicenter experience. *Vasc Med* 2001; 6: 241-4.
20. Khoury M, Rebecca A, Greene K, et al. Duplex scanning-guided thrombin injection for the treatment of iatrogenic pseudoaneurysms. *J Vasc Surg* 2002; 35: 517-21.
21. Elford J, Burrell C, Freeman S, Roobotom C. Human thrombin injection for the percutaneous treatment of iatrogenic pseudoaneurysms. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2002; 25: 115-8.
22. Liau CS, Ho FM, Chen MF, et al. Treatment of iatrogenic femoral artery pseudoaneurysm with percutaneous thrombin injection. *J Vasc Surg*. 1997; 26: 18-23.
23. Kresowik TF, Khoury MD, Miller BV, et al. A prospective study of the incidence and natural history of femoral vascular complications after percutaneous transluminal coronary angioplasty. *J Vasc Surg* 1991; 13: 328-33.
24. Matson MB, Morgan RA, Belli AM. Percutaneous treatment of pseudoaneurysms using fibrin adhesive. *Br J Radiol* 2001; 74: 690-4.
25. La Perna L, Olin JW, Goines D, et al. Ultrasound-guided thrombin injection for the treatment of postcatheterization pseudoaneurysms. *Circulation* 2000; 102: 2391-5.