

## Laserowa rewaskularyzacja serca – bezpieczna opcja dla pacjentów z chorobą wieńcową niekwalifikujących się do konwencjonalnych metod leczenia inwazyjnego

Transmyocardial laser revascularization (TMLR) – a safe alternative for patients with “no option” coronary artery disease

Marian Śliwiński<sup>1</sup>, Zbigniew Juraszyński<sup>1</sup>, Wojciech Dyk<sup>1</sup>, Anna Wojno<sup>2</sup>, Maria Szymańska<sup>2</sup>, Andrzej Biederman<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Klinika Kardiologii, Instytut Kardiologii, Warszawa

<sup>2</sup> Zakład Anestezjologii i Intensywnej Terapii Pooperacyjnej, Instytut Kardiologii, Warszawa

Kardiologia i Torakochirurgia Polska 2010; 7 (1): 7–11

### Streszczenie

**Cel:** Celem opracowania była ocena wczesnego ryzyka przemięśniowej rewaskularyzacji serca z pomostowaniem tętnic wieńcowych lub bez niego u pacjentów z chorobą wieńcową niekwalifikujących się do konwencjonalnych metod leczenia inwazyjnego.

**Materiał i metody:** W grupie badanej znajdowało się 150 kolejno operowanych chorych, w okresie od stycznia 2004 do listopada 2007 r., w tym 45 kobiet i 105 mężczyzn w wieku od 42 do 81 lat (śr. 65,5 roku). U 35 chorych (23%) wykonano izolowaną rewaskularyzację laserową serca, a u 115 (77%) również pomostowanie tętnic wieńcowych. We wczesnym okresie pooperacyjnym oceniano: wystąpienie pooperacyjnej niewydolności serca, stężenie troponiny Tnl i/lub pojawienie się nowego niedokrwienia lub zawału mięśnia sercowego, zaburzenia rytmu serca, krwawienie pooperacyjne i inne powikłania.

**Wyniki:** U 20 chorych (13,3%) wystąpiła niewydolność serca powodująca konieczność wspomaganie krążenia wlewem dobutaminy w dawce od 5 do 15 µg/kg/godz. U 6 chorych (4%) poza wlewem dobutaminy krążenie było wspomagane kontrapulsacją wewnątrzaoortalną. U 3 pacjentów konieczne było włączenie kilku leków inotropowych i kontrapulsacji wewnątrzaoortalnej. U 38 pacjentów (24,8%) troponina Tnl wzrosła do 0,5–5 ng/ml, u 33 powyżej 10 ng/ml. U 35 chorych (23%) stwierdzono nowe zmiany niedokrwienne w EKG. Natomiast u 9 (5,9%) rozpoznano świeży zawał serca. U 13 chorych (8,6%) wystąpiły komorowe zaburzenia rytmu serca, a u 4 chorych wystąpiło migotanie komór wymagające zastosowania defibrylacji elektrycznej. Pozostałe powikłania wystąpiły rzadko. Jeden chory zmarł w 2 dobie pooperacyjnej z powodu niewydolności serca w przebiegu rozległego zawału.

**Wnioski:** Zastosowanie izolowanej rewaskularyzacji laserowej, w połączeniu z konwencjonalną, choć niepełną rewaskularyzacją, jest zabiegiem obciążonym niewielką śmiertelnością i niezbyt wysokim odsetkiem powikłań.

**Słowa kluczowe:** choroba wieńcowa, przemięśniowa laserowa rewaskularyzacja serca.

### Abstract

**Aim:** The goal of the study was to evaluate early complications in patients with “no option” coronary heart disease subjected to lone transmyocardial laser revascularization (TMLR), or TMLR with coronary artery bypass grafting (CABG).

**Material and methods:** 150 consecutive patients with “no option” coronary artery disease (CAD) were operated on between January 2004 and November 2008. There were 45 female and 105 male patients aged 42 to 81 years, mean age 65.5 years. 35 pts underwent lone TMLR procedure, and 115 pts underwent TMLR + CABG. All patients were monitored for: need for inotropic support, troponin release, myocardial ischaemia or MI, heart rhythm disturbances, bleeding or septic complications.

**Results:** 6 pts (4%) needed support with dobutamine and IABP; 3 pts (2%) needed support with dobutamine, epinephrine and IABP; 33 pts (22%) had increased level of troponin above 10; 9 pts (5.9%) had diagnosis of new myocardial infarction; 13 pts (8.6%) had ventricular arrhythmia, 4 pts with VF required defibrillation. Other complications were rare and transient and included: re-thoracotomy for bleeding in 4 patients; neurological deficit, infection and asystole in 1 patient each. One patient died on the second postoperative day, because of intraoperative myocardial infarction.

**Conclusions:** TMLR as a lone procedure, or combined with CABG, is a safe procedure with low mortality and minor transient complications. This procedure can be recommended for patients with “no option” CAD.

**Key words:** coronary artery disease, transmyocardial laser revascularization.

**Adres do korespondencji:** dr n. med. Wojciech Dyk, I Klinika Kardiologii, Instytut Kardiologii, ul. Alpejska 42, 04-628 Warszawa, tel. +48 694 413 746, faks +48 22 343 45 11, e-mail: wojdyk@wp.pl

## Wstęp

Pomimo znaczących postępów w rozwoju konwencjonalnych metod terapeutycznych, zarówno zachowawczych, jak i interwencyjnych, część pacjentów z chorobą wieńcową nie może być skutecznie leczona. U niematego odsetka pacjentów niemożliwe jest wykonanie całkowitej rewaskularyzacji, a leczenie farmakologiczne nie łagodzi dolegliwości.

Według Mukherjee i wsp., ok. 12% pacjentów z objawową chorobą wieńcową nie nadaje się do bezpośredniej rewaskularyzacji [1].

Dla tej właśnie grupy pacjentów poszukiwane są alternatywne strategie terapeutyczne. Jedną z takich nowych opcji jest zastosowanie pośredniej rewaskularyzacji serca przez wytworzenie w mięśniu lewej komory kanałów za pomocą energii laserowej. Rozwój technologii lasera wysokiej mocy CO<sub>2</sub> i innych oraz skuteczność tej terapii w łagodzeniu klinicznych objawów duszniczy spowodował uznanie laserowej rewaskularyzacji serca przez FDA jako samodzielnej metody leczenia pacjentów z zaawansowaną i oporną na leczenie zachowawcze chorobą wieńcową. Metoda ta ma zastosowanie przede wszystkim u pacjentów z „rozszaną” postacią miażdżycy tętnic wieńcowych, u których wykonanie konwencjonalnej rewaskularyzacji chirurgicznej lub przeszczątkowej jest niemożliwe.

## Cel pracy

Celem pracy była ocena ryzyka powikłań okotooperacyjnych u chorych poddanych izolowanej laserowej rewaskularyzacji serca oraz połączonej z klasyczną rewaskularyzacją tętnic wieńcowych.

## Materiał i metody

Badana grupa liczyła 150 kolejnych chorych, w tym 45 kobiet i 105 mężczyzn w wieku od 42 do 81 lat (śr. 65,5 roku), operowanych w okresie od stycznia 2004 do listopada 2007 r. U 35 chorych (23%) wykonano izolowaną rewaskularyzację laserową serca, a u 115 (77%) również pomostowanie tętnic wieńcowych (od 1 do 3 tętnic).

Do laserowej rewaskularyzacji mięśnia sercowego (ang. *transmyocardial laser revascularization* – TMLR) kwalifikowani byli chorzy z klinicznie objawową chorobą wieńcową (II–IV klasa wg CCS), u których:

- w koronarografii stwierdzano poza proksymalnymi także obwodowe zwężenia tętnic wieńcowych,
- na podstawie oceny koronarografii niemożliwe było zaplanowanie chirurgicznej lub przeszczątkowej pełnej rewaskularyzacji.

Bardzo ważnym warunkiem kwalifikacji do tego rodzaju operacji jest zachowana żywotność mięśnia serca w obszarach przewidywanej przezmięśniowej rewaskularyzacji (badanie SPECT – tomografia emisyjna pojedynczych fotonów; ang. *single photon emission computed tomography*) oraz frakcja wyrzucania lewej komory nie niższa niż 30%.

Wszyscy chorzy byli operowani bez zastosowania krążenia pozaustrojowego. Po otwarciu worka osierdziowego oceniano tętnice wieńcowe pod kątem możliwości wyko-

nięcia pomostów aortalno-wieńcowych. Jeśli było to możliwe, w pierwszej kolejności wykonywano pomosty aortalno-wieńcowe, a następnie kanały laserowe (10–20 kanałów).

Po operacji chorzy przebywali na oddziale pooperacyjnym 24–114 godz. (śr. 53,5). Wszyscy byli poddani standardowemu monitorowaniu okotooperacyjnemu:

- ciągłe monitorowanie EKG, zapis 12-odprowadzeniowego EKG co 24 godz. lub częściej,
- ciągły krwawy pomiar ciśnienia tętniczego (w tętnicy promieniowej lub udowej),
- ciągły pomiar ośrodkowego ciśnienia żylnego oraz ciśnienia w tętnicy płucnej (cewnik Swan-Ganz),
- diureza godzinowa,
- drenaż pooperacyjny,
- badania biochemiczne co 12 godz.

## Wyniki

We wczesnym okresie pooperacyjnym analizie poddano następujące zdarzenia niepożądane:

- wystąpienie lub nasilenie pooperacyjnej niewydolności serca,
- wystąpienie nowego niedokrwienia mięśnia sercowego,
- wystąpienie zaburzeń rytmu serca wymagających intensywnego leczenia,
- powikłania krwotoczne,
- inne powikłania,
- zgony.

### **Pooperacyjna niewydolność krążenia**

U 29 chorych (19,33%) w okresie pooperacyjnym doszło do nasilenia niewydolności serca. U większości z nich (20) wystąpiła niewydolność serca o umiarkowanym nasileniu, powodująca konieczność wspomaganie krążenia wlewem dobutaminy w dawce od 5 do 15 µg/kg/godz. Wlew kontynuowano zazwyczaj do momentu opuszczenia przez chorego oddziału pooperacyjnego (36–72 godz.). U 6 chorych, z powodu niestabilności hemodynamicznej, poza wlewem dobutaminy krążenie było wspomagane kontrapulsacją wewnątrzaoortalną (IABP) przez okres do 96 godz. Natomiast u 3 pacjentów, z powodu znacznego nasilenia niestabilności niewydolności serca, konieczne było podawanie kilku leków inotropowych i kontrapulsacji wewnątrzaoortalnej (tab. I).

### **Wystąpienie nowego niedokrwienia mięśnia sercowego**

Wystąpienie nowego niedokrwienia bądź uszkodzenia mięśnia serca oceniano na podstawie zapisu EKG oraz markerów martwicy mięśnia serca (TnI).

U wszystkich chorych we wczesnym okresie pooperacyjnym obserwowano wzrost stężenia markerów uszkodzenia mięśnia serca. U 82 pacjentów (53,4%) troponina TnI wzrosła do 0,5–5 ng/ml, u 38 (24,8%) od 5 do 10 ng/ml, a u 33 powyżej 10 ng/ml.

U 35 chorych stwierdzono w EKG nowe zmiany o charakterze niedokrwinnym. Natomiast u 9 (5,9%) chorych na

podstawie całości obrazu klinicznego, EKG i poziomu tropoiny rozpoznano świeży zawał serca (tab. II).

### **Wystąpienie zaburzeń rytmu serca wymagających intensywnego leczenia**

U 30 chorych wystąpiły zaburzenia rytmu serca wymagające leczenia. W większości przypadków były to zaburzenia łatwo poddające się leczeniu farmakologicznemu lub elektroterapii. U 16 chorych (10,66%) wystąpiło migotanie przedsionków – przywrócenie rytmu zatokowego uzyskano przez uzupełnienie wypełnienia łożyska naczyniowego i poziomu elektrolitów w surowicy krwi oraz wlew amiodaronu lub sotalolu.

U 13 chorych (8,6%) wystąpiły w okresie pooperacyjnym komorowe zaburzenia rytmu serca. U 9 z nich zaburzenia te udało się opanować farmakologicznie wlewem amiodaronu lub lidokainy. U pozostałych 4 chorych wystąpiło migotanie lub trzepotanie komór. W celu przywrócenia wydolnego hemodynamicznie rytmu serca konieczne było zastosowanie dożylnych leków antyarytmicznych oraz defibrylacji elektrycznej (tab. III).

### **Powikłania krwotoczne**

Stosunkowo częstym powikłaniem pooperacyjnym było nasilone krwawienie – zwiększony drenaż pooperacyjny (powyżej 100 ml/h) zaobserwowano u 18 chorych (12,0%), ale jedynie 4 pacjentów (2,6%) wymagało retorakotomii w celu opanowania krwawienia.

### **Inne powikłania**

Pozostałe powikłania wystąpiły rzadko. U pojedynczych chorych obserwowano:

- przemijające zaburzenia neurologiczne – 1 chory (0,66%),
- zatrzymanie krążenia w mechanizmie asystolii – 1 chory (0,66%) – chorego skutecznie wyreanimowano,
- wczesne zakażenie miejsca operowanego – 1 chory (0,66%).

### **Zgony**

Jeden chory zmarł w 2 dobie pooperacyjnej z powodu niewydolności serca w przebiegu rozległego zawału.

### **Dyskusja**

Podsumowując historię niepożądanych zdarzeń okresu pooperacyjnego, należy zwrócić uwagę, że oceniana grupa 150 chorych nie zakwalifikowała się do konwencjonalnych metod rewaskularyzacji. Elementem zwiększającym ryzyko wystąpienia zdarzeń niepożądanych w okresie pooperacyjnym jest brak możliwości wykonania całkowitej rewaskularyzacji serca oraz fakt, że wytworzenie kanałów laserowych może powodować przejściową dysfunkcję lewej komory. W tym kontekście niewielki odsetek groźnych powikłań i niska śmiertelność (< 1%) w omawianej grupie chorych należy uznać za bardzo dobry wynik. Z literatury wynika, że śmiertelność chorych po operacjach laserowych waha

**Tab. I.** Niewydolność lewokomorowa

Leczenie	Liczba chorych
dobutamina	20 (13,33%)
dobutamina, kontrapulsacja	6 (4,0%)
dobutamina, adrenalina, noradrenalina, kontrapulsacja	3 (2,0%)

**Tab. II.** Stężenie troponiny

	Liczba chorych
troponina I 0,5–5,0	82 (54,66%)
troponina I 5,0–10	38 (25,33%)
troponina I > 10	33 (22,0%)
zmiany odcinka ST-T w EKG	35 (23,33%)
zawał mięśnia sercowego	9 (6,0%)

**Tab. III.** Zaburzenia rytmu serca

	Liczba chorych
migotanie przedsionków	16 (10,66%)
komorowe zaburzenia rytmu	13 (8,66%)
migotanie/trzepotanie komór	4 (2,66%)

się od kilku do nawet 20% [2–5]. Niska śmiertelność w naszej grupie chorych wynikać mogła z faktu, że u większości wykonano zabiegi rewaskularyzacji laserowej połączone z konwencjonalnym pomostowaniem części tętnic wieńcowych [6, 7].

Powikłania występujące po laserowej rewaskularyzacji dotyczą przede wszystkim układu krążenia – najczęściej występujące to zawał serca, niewydolność krążenia czy zaburzenia rytmu serca [4]. Wykonanie laserem kanałów w mięśniu lewej komory może czasowo powodować dysfunkcję rozkurczową lewej komory jako skutek przejściowego obrzęku serca [8].

Jednym z elementów zmniejszających ryzyko operacji była dobra lub względnie dobra funkcja skurczowa lewej komory (graniczna frakcja wyrzucania lewej komory wynosiła ponad 30%).

Najczęściej występującym zdarzeniem niepożądanym po operacji w przedstawionej grupie chorych był wzrost stężenia markerów uszkodzenia serca i zmiany niedokrwiennie w EKG. Zjawiska te nie miały w większości przypadków wpływu na końcowy efekt kliniczny, a niewątpliwie związane były z techniką przeprowadzenia zabiegu. Wytworzenie w mięśniu lewej komory 10–20 kanałów laserowych o średnicy 1 mm powoduje we wczesnym okresie uszkodzenie serca odpowiedzialne za wzrost enzymów czy zmiany zapisu EKG. Jedynie u 9 (5,9%) chorych rozpoznano zawał, co jest zbliżone do częstości występowania zawałów u chorych po konwencjonalnej rewaskularyzacji. Podobny odsetek pooperacyjnych zawałów serca opisywany jest w innych doniesieniach [5, 9].

Fakt, że do operacji kwalifikowano pacjentów z frakcją wyrzucania lewej komory powyżej 30% niewątpliwie spo-

wodował, że przejściowe upośledzenie funkcji lewej komory nie miało istotnego wpływu na końcowy efekt kliniczny [10–12]. Przejściowe upośledzenie wydolności lewej komory było przyczyną stosowania leków inotropowych u blisko 15% chorych i kontrapulsacji wewnątrzaoortalnej u prawie 4% chorych. Należy ocenić, iż w większości przypadków upośledzenie funkcji skurczowej lewej komory było stosunkowo niewielkie i przejściowe, a odsetek pacjentów, u których konieczne było zastosowanie kontrapulsacji wewnątrzaoortalnej, był blisko 2-krotnie niższy niż u pacjentów poddawanych konwencjonalnej rewaskularyzacji (7%).

Groźne komorowe zaburzenia rytmu serca występowały rzadko (2,66%) i u wszystkich pacjentów udało się je opanować – bądź farmakologicznie, bądź za pomocą defibrylacji. Zapewne na tak korzystny przebieg leczenia miało wpływ postępowanie śródoperacyjne – stosowanie stałego wlewu leków antyarytmicznych (sotalolu).

Stosunkowo częstym powikłaniem rewaskularyzacji laserowej serca jest wzmożona utrata krwi we wczesnym okresie pooperacyjnym. Hayat podaje do 20% interwencji z powodu nadmiernego drenażu lub tamponady serca w 19-osobowej grupie chorych [13]. Również to zjawisko należy odnieść do sposobu przeprowadzenia operacji. Większość kanałów laserowych zamyka się samoistnie w ciągu kilku minut po ich wytworzeniu; chirurgiczne zamykanie kanałów wykonywano jedynie w rzadkich przypadkach masywnych krwawień. Część kanałów nie zamyka się jednak całkowicie, powodując wzmożone krwawienie pooperacyjne, ale konieczność retorakotomii występuje rzadko.

## Podsumowanie

Rewaskularyzacja laserowa w połączeniu z konwencjonalną, choć niepełną, rewaskularyzacją jest zabiegiem obciążonym niewielką śmiertelnością i niezbyt wysokim odsetkiem powikłań i może być bezpiecznie stosowana u pacjentów objawowych niekwalifikujących się do konwencjonalnych metod rewaskularyzacji serca.

Program finansowany z Projektu celowego 03553/C.PO5-6/2004.

## Piśmiennictwo

1. Mukherjee D, Comella K, Bhatt DL, Roe MT, Patel V, Ellis SG. Clinical outcome of a cohort of patients eligible for therapeutic angiogenesis or transmyocardial revascularization. *Am Heart J* 2001; 142: 72-74.
2. Frazier OH, March RJ, Horvath KA. Transmyocardial revascularization with a carbon dioxide laser in patients with end-stage coronary artery disease. *N Engl J Med* 1999; 341: 1021-1028.
3. Schofield PM, Sharples LD, Caine N, Burns S, Tait S, Wistow T, Buxton M, Wallwork J. Transmyocardial laser revascularization in patients with refractory angina: a randomized controlled trial. *Lancet* 1999; 353: 519-524.
4. Tjomsland O, Aaberge L, Almdahl SM, Dragsund M, Moelstad P, Saatvedt K, Nordstrand K. Prioperative cardiac function and predictors for adverse events after transmyocardial laser treatment. *Ann Thorac Surg* 2000; 69: 1098-1103.
5. van der Sloot JA, Huikeshoven M, Tukkie R. Transmyocardial revascularization using an XeCl excimer laser: results of a randomized trial. *Ann Thorac Surg* 2004; 78: 875-882.
6. Horvath KA. Transmyocardial laser revascularization. *J Card Surg* 2008; 23: 266-276.
7. Allen KB, Dowling RD, DelRossi AJ, Realyvasques F, Lefrak EA, Pfeffer TA, Fudge TL, Mostovych M, Schuch D, Szentpetery S, Shaar CJ. Transmyocardial laser revascularization combined with coronary artery bypass grafting: A multicenter, blinded, prospective, randomized, controlled trial. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000; 119: 540-549.
8. Hughes GC, Shah AS, Yin B, Shu M, Donovan CL, Glower DD, Lowe JE, Landolfo KP. Early postoperative changes in regional systolic and diastolic left ventricular function after transmyocardial laser revascularization, a comparison of holmium: YAG and CO2 lasers. *J Am Coll Cardiol* 2000; 35: 1022-1030.
9. Schneider J, Diegeler A, Krakor R, Walther T, Kluge R, Mohr FW. Transmyocardial laser revascularization with the holmium: YAG laser: loss of symptomatic improvement after 2 years. *Eur J Cardiothorac Surg* 2000; 19: 164-169.
10. De Carlo M, Milano AD, Pratali S, Levantino M, Mariotti R, Bortolotti U. Symptomatic improvement after transmyocardial laser revascularization: how long does it last? *Ann Thorac Surg* 2000; 70: 1130-1133.
11. Lutter G, Sarai K, Nitzsche E, Saurbier B, Frey M, Hoegerle S, Martin J, Zipfel M, Spillner G, Beyersdorf F. Evaluation of transmyocardial laser revascularization by following Objective parameters of perfusion and ventricular function. *Thorac Cardiovasc Surg* 2000; 48: 79-85.
12. Tasse J, Rohit Arora R. Transmyocardial revascularization peril and potential. *J Cardiovasc. Pharmacology and Therapeutics* 2007; 12: 44-53.
13. Hayat N, Shafie M, Gumaa MK. Transmyocardial laser revascularization: is the enthusiasm justified? *Clin Cardiol* 2001; 24: 321-324.